

Aus dem Medizinischen Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
des Fachbereiches Medizin der Philipps-Universität Marburg
Geschäftsführende Direktorin: Prof. Dr. Heike Korbmacher-Steiner

Abteilung für Orofaziale Prothetik und Funktionslehre
Direktor: Prof. Dr. Ulrich Lotzmann

**Langzeitbewährung von in klinischen Behandlungskursen
durchgeführten prothetischen Versorgungen mit Doppelkronen
Eine retrospektive Qualitätsanalyse**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg
vorgelegt von

Hassina Aryobsei
aus Kabul (Afghanistan)

Marburg, 2020

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg am:
20.03.2020

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Herr Prof. Dr. H. Schäfer

Referent: Herr Prof. Dr. U. Lotzmann

Korreferent: Herr PD Dr. M. Roggendorf

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Problemstellung	1
2	Grundlagen	3
2.1	Grundlagen der doppelkronenverankerten Prothese	3
2.2	Charakteristika der „Marburger Doppelkrone“	6
2.3	Vor- und Nachteile von doppelkronenverankerten Prothesen	8
2.4	Aktuelle Studienlage.....	9
2.4.1	Überlebensdauer der doppelkronenverankerten Prothese	9
2.4.2	Überlebensdauer der Pfeilerzähne	13
2.4.3	Reparaturmaßnahmen.....	18
3	Ziel der Arbeit	22
4	Material und Methode	23
4.1	Patientenkollektiv	23
4.2	Art der prothetischen Versorgung	23
4.3	Nachsorge.....	23
4.4	Datenerhebung	23
4.5	Statistische Aufbereitung der Daten	26
5	Ergebnisse	28
5.1	Allgemeine Daten	28
5.1.1	Alter	29
5.1.2	Geschlecht.....	29
5.1.3	Kieferlokalisation.....	29
5.1.4	Pfeileranzahl	30
5.1.5	Topografie der Pfeilerzähne	31
5.1.6	Endodontischer Zustand der Pfeilerzähne	32
5.1.7	Beobachtungszeitraum	32
5.1.8	Nachsorge	33

5.2	Überlebenszeit der Prothese.....	33
5.2.1	Alter des Patienten	35
5.2.2	Pfeileranzahl	37
5.2.3	Geschlecht des Patienten.....	39
5.2.4	Kieferlokalisation der Prothese	40
5.3	Überlebenszeit der Pfeilerzähne	41
5.3.1	Alter des Patienten	42
5.3.2	Pfeileranzahl.....	44
5.3.3	Geschlecht des Patienten.....	46
5.3.4	Kieferlokalisation der Prothese	47
5.3.5	Topografie der Pfeilerzähne	48
5.3.6	Endodontischer Zustand der Pfeilerzähne.....	49
5.4	Cox-Regression	51
5.4.1	Überleben der Prothesen.....	51
5.4.2	Überleben der Pfeilerzähne	52
5.5	Reparaturmaßnahmen	53
5.5.1	Reparaturmaßnahmen an der Prothese	53
5.5.2	Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen.....	58
5.6	Zusammenfassung der Ergebnisse.....	63
6	Diskussion	64
6.1	Methodenkritik.....	64
6.1.1	Allgemeine Daten	64
6.1.2	Technische Herausforderungen bei der Herstellung von Marburger Doppelkronen	66
6.1.3	Überlebenswahrscheinlichkeit	66
6.1.4	Reparaturmaßnahmen.....	68

6.2	Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit der Literatur.....	69
6.2.1	Allgemeine Daten	69
6.2.2	Überleben der Prothese.....	70
6.2.3	Überleben der Pfeilerzähne	73
6.2.4	Reparaturmaßnahmen.....	78
6.3	Fazit für die Planung und Ausführung von Doppelkronen-Prothesen..	89
7	Zusammenfassung	91
8	Summary	93
9	Literaturverzeichnis.....	95
10	Anhang.....	103
10.1	Tabellen des Anhangs	103
10.2	Abbildungsverzeichnis	106
10.3	Tabellenverzeichnis	108
10.4	Verzeichnis der akademischen Lehrer.....	109
10.5	Danksagung.....	110

1 Einleitung und Problemstellung

Zweifelsohne haben die zahnmedizinischen Prophylaxe-Maßnahmen und das in der Bevölkerung gestiegene Bewusstsein für die orale Gesundheit in den letzten Jahrzehnten zu weniger und vor allem späteren Zahnverlusten geführt. Dies belegen die Ergebnisse der jüngsten „Deutschen Mundgesundheitsstudien“ (DMS). So wies in der 1997 publizierte DMS III (Michaelis & Reich 1999) noch jeder vierte (24,8%) der 65- bis 74-jährigen Studienteilnehmer zahnlose Ober- und Unterkiefer auf, während dies in der aktuellsten Studie, der DMS V (Rainer Jordan & Michaelis 2016) lediglich auf jeden achten dieser Altersgruppe zutraf. Aufgrund der steigenden Lebenserwartung sind jedoch Zahnverluste und daraus resultierende Lückengebisse auch in Zukunft relevant. Die Zahl der über 65-Jährigen in Deutschland lag im Jahr 2008 noch bei 16,7 Millionen und wird sich bis zum Jahr 2030 vermutlich um 33% auf 22,3 Millionen steigern (Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011). Aus der zunehmend älter werdenden Bevölkerung und dem Rückgang der Zahnlosigkeit resultiert, dass die Teilprothetik im Gegensatz zur Totalprothetik künftig immer mehr an Bedeutung gewinnen wird. Als Extraktionsgrund dominiert dabei mittlerweile an bleibenden Zähnen die Parodontitis vor der Karies (Glockmann et al. 2007).

Die Anforderungen an den eingegliederten Zahnersatz sind in erster Linie die Wiederherstellung von Kaufunktion, Ästhetik und Phonetik. Zudem stellt der Zahnersatz auch eine präventive Maßnahme gegen Dysfunktionen, wie Kiefergelenksbeschwerden, oder orale Habits, wie Zungenpressen oder Wangensaugen, dar (Ferber 1982). Die medizinische Notwendigkeit eines lebenslangen Funktionserhalts des Kauorgans sollte nicht vernachlässigt werden. So dient eine uneingeschränkte Kaufunktion nicht nur der Steigerung der Lebensqualität, sondern auch der Lebensquantität (Wöstmann 2003). Eine reduzierte Möglichkeit zur Nahrungszerkleinerung kann Auswirkungen auf die Allgemeingesundheit und besonders auf das Verdauungssystem haben. In Studien konnte ein Zusammenhang zwischen gastrointestinalen Reizerscheinungen und Zahnverlusten nachgewiesen werden. Es wird sogar über das Auftreten von Darmobstruktionen infolge ungenügenden Kauens berichtet (Bates et al. 1986).

Für die Versorgung des Lückengebisses stehen folgende prothetische Therapieoptionen zur Auswahl:

- festsitzender Zahnersatz
- herausnehmbarer Zahnersatz
- kombiniert festsitzend-herausnehmbarer Zahnersatz
- implantatgetragener Zahnersatz

Die Versorgung mit festsitzendem Zahnersatz wird vom Patienten als angenehmer empfunden und gewährleistet eine höhere Kaueffizienz (Wöstmann 2003). Da aufgrund des reduzierten Restzahnbestands diese Versorgung jedoch nicht immer möglich ist, und aus gesundheitlichen und finanziellen Gründen für viele Patienten ein implantatgetragener Zahnersatz nicht oder nur ungern in Frage kommt, stellt der kombinierte doppelkronengetragene Zahnersatz einen guten Kompromiss zwischen festsitzender und herausnehmbarer Versorgung dar. Die starr am Restgebiss verankerte Doppelkronen-Prothese bietet dem Patienten einen hohen Tragekomfort (Kothe et al. 2003). Im reduzierten Restgebiss mit zwei oder drei Restzähnen stellt sie sogar die häufigste prothetische Versorgungsart in Deutschland dar (Kerschbaum 2004).

Die Doppelkrone besteht aus einer Innenkrone, der so genannten Primärkrone, welche auf einen präparierten Zahnstumpf zementiert wird, und einer Außenkrone, der Sekundärkrone, welche in die herausnehmbare Prothese eingearbeitet ist. Das Ineinandergleiten von Primär- und Sekundärkonstruktion stabilisiert den Zahnersatz. Die Versorgung eines Patienten mit einer doppelkronenverankerten Prothese ist in finanzieller, zeitlicher und auch technischer Hinsicht ein aufwendiger Prozess. Nicht zuletzt deswegen sind die Erwartungen an die korrekte Funktionsweise der Prothese hoch.

In der vorliegenden Studie soll die Langzeitbewährung von Doppelkronen-Prothesen, die in klinischen Behandlungskursen eingegliedert worden sind, im Hinblick auf mögliche Faktoren für den Verlust der Prothese oder der Pfeilerzähne untersucht werden. Aus den Ergebnissen sollen Konsequenzen für die künftige zahnmedizinische Ausbildung gewonnen werden.

2 Grundlagen

2.1 Grundlagen der doppelkronenverankerten Prothese

Auf Doppelkronen verankerte Teilprothesen werden in der Zahnmedizin seit über 130 Jahren eingesetzt. Die älteste Aufzeichnung über teleskopierende Elemente stammt aus dem Jahr 1886 von dem in den USA praktizierenden Zahnarzt *Starr* (Starr 1886). Dieser befestigte die Außenkronen mit einem provisorischen Material auf die Innenkronen, sodass die Prothese nur durch den Zahnarzt herausgenommen werden konnte. Diese Vorgehensweise war bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts üblich. Durch *Häupl* (1929) und in seiner Nachfolge *Böttger* (1953) entwickelte sich Mitte des 20. Jahrhunderts die Anwendung von Doppelkronen entscheidend weiter, sodass sie immer häufiger zur Verankerung von herausnehmbarem Zahnersatz verwendet wurden. Seitdem entstanden verschiedene Arten von Doppelkronen, welche sich in ihrer Haftung und Passung unterscheiden und nachfolgend näher beschrieben werden.

Bei den ersten Doppelkronen-Systemen handelte es sich um parallelwandige **Teleskopkronen** (Abbildung 2.1), welche auch heute noch zahlreich eingesetzt werden. Die Haltewirkung entsteht dabei allein durch Friktion der Außenfläche der Primärkrone mit der Innenfläche der Sekundärkrone. Oftmals wird der Begriff „Teleskopkrone“ als Überbegriff für alle Doppelkronenarten verwendet, sie beschreibt korrekterweise jedoch nur diejenigen Doppelkronen, welche ihre Retention durch Friktion parallelisierter Flächen erreichen.

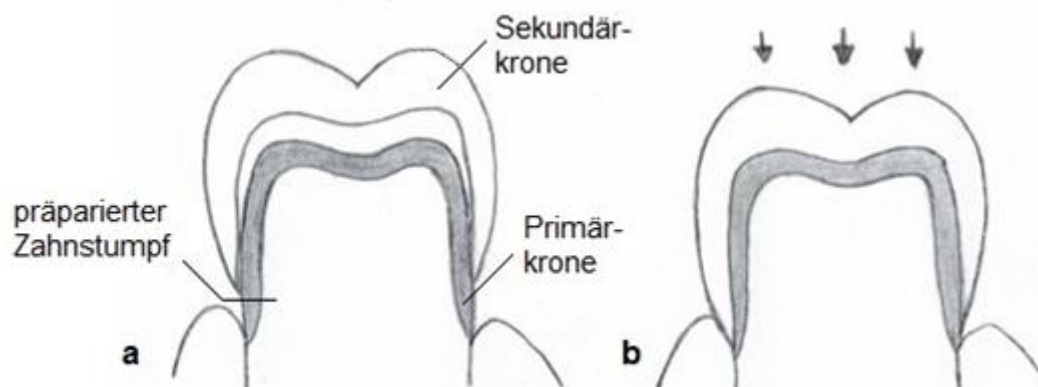


Abbildung 2.1: Parallelwandige Teleskopkrone; umzeichnet nach Lehmann K M, Hellwig E, Wenz H J. Zahnärztliche Propädeutik. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2011. **a)** kurz vor Endposition, **b)** in Endposition.

Eine weitere Art der Doppelkrone, die **Konuskrone**, (Abbildung 2.2) wurde durch *K.H. Körber* (1968) beschrieben. Durch die konisch gestaltete Primärkrone kommt es in Endposition zu einer Verkeilung zwischen der Primär- und Sekundärkonstruktion. Das Ausmaß dieser Verkeilung ist über den Konuswinkel α steuerbar, welcher bei 6° bis 8° liegen sollte. Je kleiner α ausfällt, desto stärker ist der Verkeilungseffekt.

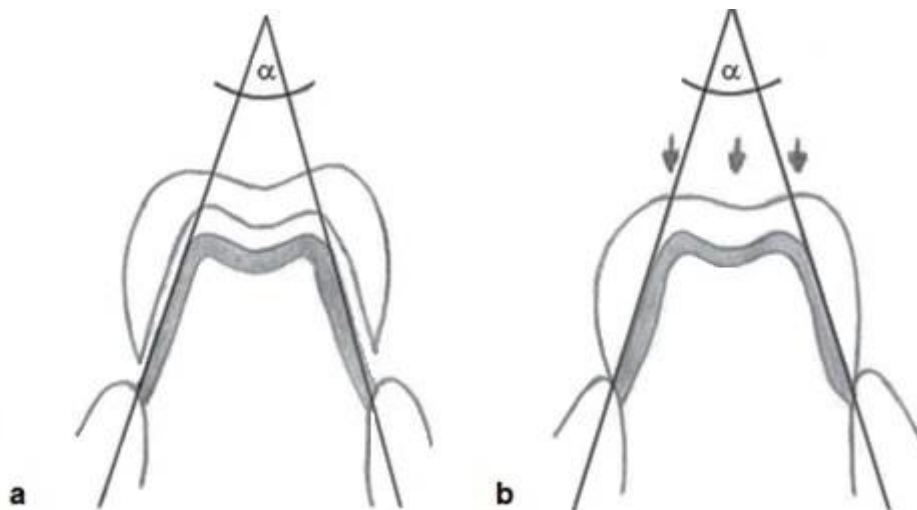


Abbildung 2.2: Konuskrone; umzeichnet nach Lehmann K M, Hellwig E, Wenz H J. Zahnärztliche Propädeutik. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2011. **a)** kurz vor Endposition, **b)** in Endposition.

Bei der **Doppelkrone mit Spielpassung** (Abbildung 2.3) kommt es hingegen weder zu einer Friktion noch zu einer Verkeilung zwischen Primär- und Sekundärkrone. Hier bewirkt ein zusätzliches Element den Halt. Die Sekundärkrone sitzt zwar passgenau, jedoch mit Spielpassung auf der Primärkrone auf (Körber et al.1961).

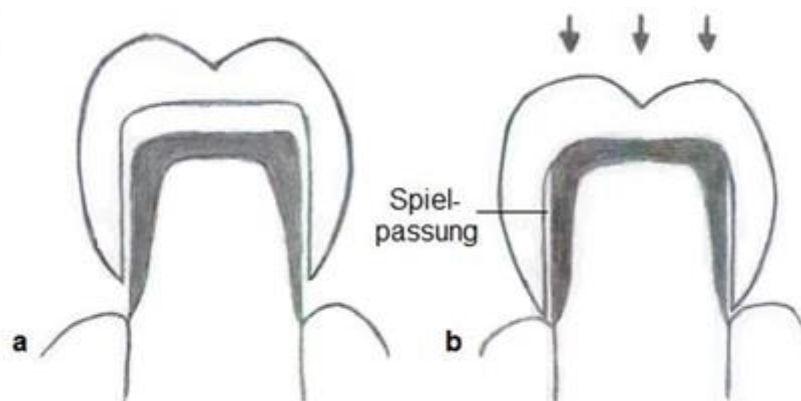


Abbildung 2.3: Doppelkrone mit Spielpassung; umzeichnet nach Lehmann K M, Hellwig E, Wenz H J. Zahnärztliche Propädeutik. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2011. **a)** kurz vor Endposition, **b)** in Endposition.

Die **Doppelkrone mit Resilienzspielraum** (Abbildung 2.4) wurde von *Hofmann* (1966, Hofmann & Ludwig 1973) entwickelt. Durch den in Ruhelage vorliegenden Abstand von 0,3-0,5 mm zwischen Primär- und Sekundärkrone wird eine Überbelastung der Pfeilerzähne vermieden. Die Aufnahme der auf die Prothese wirkenden Kräfte obliegt primär dem Prothesenlager. Solch eine Form des Zahnersatzes kommt für wenige oder parodontal geschädigte Pfeilerzähne in Frage und ist ähnlich aufgebaut wie eine Totalprothese. Der Halt wird über die funktionelle Randgestaltung und die Kongruenz zwischen Prothesenbasis und Prothesenlager erzielt. Die Zähne haben keine Abstützungsfunktion, sondern stabilisieren den Zahnersatz gegen Seitschübe.

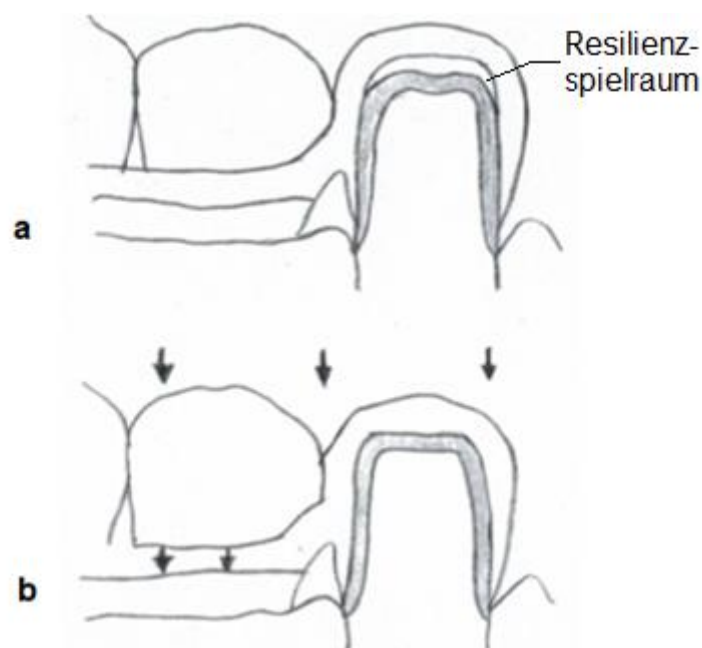


Abbildung 2.4: Doppelkrone mit Resilienzspielraum; umzeichnet nach Lehmann K M, Hellwig E, Wenz H J. Zahnärztliche Propädeutik. Deutscher Zahnärzte Verlag, 2011. **a)** in Endposition bei Ruhelage, **b)** bei Belastung.

Die „**Marburger Doppelkrone**“ geht auf *K.M. Lehmann* zurück (Lehmann et al. 1996). Sie greift teilweise Merkmale der bereits geschilderten Systeme auf und ergänzt diese. Es handelt sich um eine Doppelkrone mit Spielpassung und zusätzlichem Halteelement, welche sich für die starre als auch für die resiliente Prothesenlagerung und jede Topografie des Lückengebisses eignet.

Im folgenden Kapitel soll dieses Doppelkronen-System, welches an der Marburger Zahnklinik seit über 25 Jahren gelehrt und in den studentischen Behandlungskursen angewandt wird, genauer dargestellt werden.

2.2 Charakteristika der „Marburger Doppelkrone“

Das Marburger-Doppelkronen-System (Abbildung 2.5) ist eine vielfältig einsetzbare Therapiemöglichkeit zur Versorgung von teilbezahnten Patienten. Die Doppelkrone mit Spielpassung kann je nach Zahnbestand starr oder resilient sowohl auf natürlichen Pfeilern als auch auf Implantaten abgestützt werden. Folgende Merkmale zeichnen die „Marburger Doppelkrone“ aus:

- Marginale Parodontien und periimplantäre Bereiche werden im Sinne der Gesunderhaltung dieser empfindlichen Gewebsabschnitte freigehalten („perioprothetisches Design“).
- Für Primärkronen und Sekundärkonstruktion wird ein einziger Legierungstyp (Nichtedelmetall) verwendet und die Gestaltung der Sekundärkronen und des diese verbindenden Metallgerüsts erfolgt bevorzugt im Einstückgussverfahren ohne Löten oder Schweißen.
- Die Haltewirkung wird durch ein austauschbares Halteelement, das TK-SNAP® System (Sitec GmbH) erreicht. Das aus elastischem Kunststoff und einer Titankugel bestehende TK-Snap-Element wird in eine rechteckige Aussparung im Inneren der Sekundärkrone integriert. Beim Einsetzen der Prothese rastet es in eine in der Primärkrone befindlichen Fräsung ein.
- In Abhängigkeit von Pfeileranzahl und -topografie wird auf kleine, aber auch große Verbinder, falls möglich, verzichtet.
- Die Kombination der Doppelkronen mit gegossenen Klammern ist möglich.
- Phonetisch wichtige Bereiche können aufgrund der grazilen, aber stabilen Konstruktion unbedeckt bleiben.
- Es besteht die Möglichkeit den Zahnersatz zu erweitern und/oder zu unterfüttern.
- Das Ausmaß der Übertragung des Kaudrucks wird durch die Belastbarkeit der Pfeiler bestimmt. Es wird individuell entschieden, ob eine starre oder resiliente Lagerung zu wählen ist (Lehmann et al. 2001).

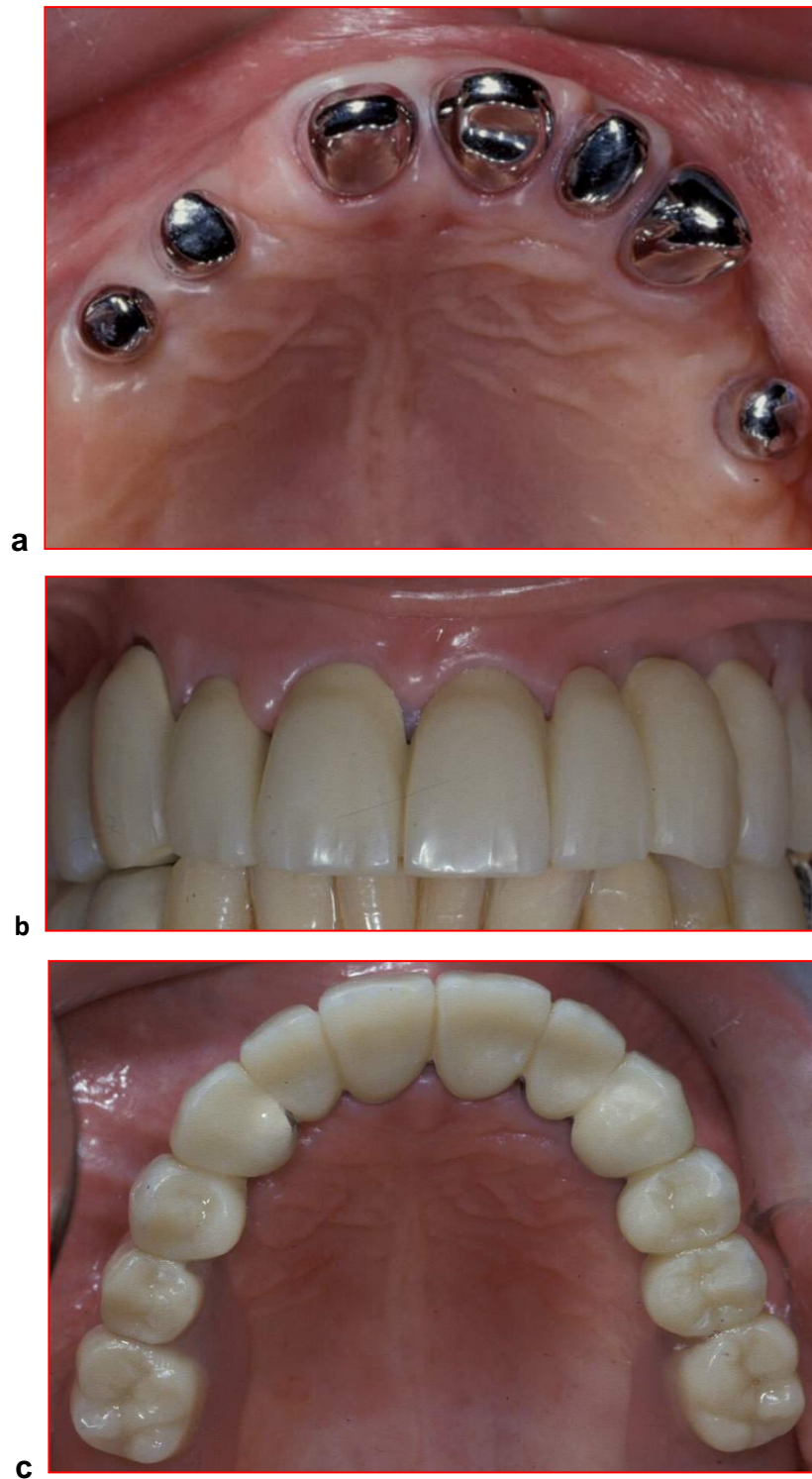


Abbildung 2.5: Eingliederte Marburger-Doppelkronenarbeit im Oberkiefer; Bildautor: Lehmann KM **a)** Primärkronen, **b)** und **c)** Sekundärgerüst mit perioprothetischer Gestaltung.

2.3 Vor- und Nachteile von doppelkronenverankerten Prothesen

Gegenüber anderen Arten von prothetischen Versorgungen besitzen auf Doppelkronen verankerte Prothesen viele Vor- aber auch Nachteile. Vorteilhaft ist die günstige parodontalhygienische Gestaltung. Die Reinigung der Pfeilerzähne als auch der herausnehmbaren Prothese ist sehr einfach zu handhaben. Der Zahnersatz ist leicht erweiterbar und Reparaturen sind außerhalb des Mundes durchführbar. Die präparierten Pfeilerzähne müssen nicht unbedingt parallel zueinanderstehen, da eine gemeinsame Einschubrichtung über die Gestaltung der Primärkronen im Labor erreicht werden kann (Lehmann und Gente 1988). Durch die Stütz-, Halte- und Kippmeiderfunktion kommt es außerdem bei Teilprothesen zu einer geringeren Belastung des zahnlosen Kieferkamms und folglich zu weniger Knochenatrophien als bei Totalprothesen (Müller 1992). Doch nicht nur Vorteile gegenüber festsitzenden oder totalprothetischen Versorgungen, sondern auch gegenüber anderen Arten von partiellen Prothesen sind nennenswert. Vor allem im Vergleich zu klammerverankerten Prothesen ist hervorzuheben, dass bei auf Doppelkronen verankertem Zahnersatz die Pfeilerzähne axial belastet werden (Wenz & Lehmann 1998). Diese physiologische Belastungsrichtung bietet eine Führungsfunktion und Schutz vor Kräften, welche die Prothese dislozieren könnten. Ziehende und kippende Bewegungen werden vermieden, sodass der Zahnhalteapparat funktionell sehr günstig beansprucht wird. Der auf Doppelkronen verankerten Prothese ist somit eine gewebserhaltende Fähigkeit zuzusprechen (Boettger 1961). Teilweise konnte sogar durch die Schienungswirkung der Prothese eine Festigung der Pfeilerzähne beobachtet werden (Gernet et al. 1983, Szentpétery et al. 2010). Des Weiteren hat die Überkronung der Pfeilerzähne insbesondere bei subgingival liegendem Kronenrand, eine kariesprotektive Wirkung, (Molin et al. 1993).

Nachteilig ist die Notwendigkeit der starken Pfeilerpräparation. Um genügend Platz für Primärkrone, Sekundärkrone und eventuell Verblendung zu schaffen, ist ein höherer Substanzabtrag der Pfeilerzähne erforderlich als bei Kronen- oder Brückenersatz. Das Risiko einer Pulpaexposition ist vor allem im jugendlichen Gebiss hoch, wodurch die Anwendung von doppelkronenverankerten Prothesen dort nur bedingt indiziert ist.

Auch der größere technische und zahnärztliche Aufwand sowie die damit verbundenen höheren Kosten bei der Herstellung von Doppelkronen sind hervorzuheben (Lehmann & Gente 1988). Vor allem bei Pfeilerzähnen im Frontzahnggebiet wird außerdem oftmals ein „klobiges“ Aussehen der Sekundärkronen bemängelt (Ferber 1986).

2.4 Aktuelle Studienlage

Über die verschiedenen Arten von auf Doppelkronen verankerten Prothesen liegen bereits einige retrospektive und prospektive Studien vor. Diese befassten sich unter anderem mit der Überlebensdauer der Prothese und/oder der Pfeilerzähne sowie mit den in der Tragezeit anfallenden Reparaturmaßnahmen. Im Folgenden werden die Ergebnisse der Literatur dargestellt.

2.4.1 Überlebensdauer der doppelkronenverankerten Prothese

Parallelwandige Teleskopkronen

Eisenburger et al. (2000) untersuchten im Rahmen ihrer retrospektiven Studie 175 Patienten mit 250 Teleskopprothesen, welche auf 559 Pfeilerzähnen verankert waren. Während des Beobachtungszeitraums wurden 34 Prothesen (13,6%) entfernt. Nach zwei Jahren zeigte sich bei Prothesen mit einem verbliebenen Pfeiler eine Überlebensrate von 83%, während diese bei zwei Pfeilern 95% und bei drei Pfeilern 100% betrug. Nach vier Jahren ergaben sich für ein, zwei und drei Restzähne eine durchschnittliche Überlebensrate von 75%, 92% und 94%. Mit mehr als vier Zähnen ließ sich die Pfeilerprognose nicht weiter verbessern. Die Ergebnisse zeigten, dass die Anzahl der Pfeilerzähne einen Einfluss auf die Überlebenszeit der Prothese ausübt. Unterschiede in der Überlebensrate der Prothesen zwischen Ober- und Unterkiefer oder Auswirkungen des Geschlechts und des Alters konnten nicht festgestellt werden. Der häufigste Grund für die Extraktion eines Pfeilerzahns waren parodontale Erkrankungen (34%), gefolgt von Kronenfrakturen (27%) und Karies (15%). Auch *Wöstmann et al.* (2007) befassten sich in ihrer retrospektiven Studie mit der Überlebensdauer von parallelwandigen Teleskopprothesen. Es wurden die Daten von 463 Patienten mit 554 Prothesen und 1758 Pfeilerzähnen erfasst. Während des mittleren Beobachtungszeitraums von 5,3 Jahren trat in 26 Fällen (4,7%) ein Verlust der Prothese auf.

Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit für die Prothese lag bei 95,1%. Für Prothesen mit nur einem Pfeilerzahn lag diese bei 70,9%. Bei zwei, drei und vier Pfeilern stieg sie auf 90,4%, 95,0% und 97,9%. Hier konnte somit ebenfalls der positive Einfluss einer zunehmenden Pfeileranzahl auf die Überlebenszeit nachgewiesen werden. Auch eine regelmäßige Nachsorge führte zu einer höheren Erfolgsrate. Andere Parameter wie Alter, Geschlecht, Pfeilertopografie und Prothesenlokalisation übten hingegen keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensdauer der Prothese aus. Im Rahmen einer retrospektiven Longitudinalstudie überprüften *Rehmann et. al* (2004) die klinische Bewährung von Teleskopprothesen, welche ausschließlich auf Unterkiefer-Eckzähnen verankert waren. Es wurden Daten von 84 Patienten mit 168 Pfeilerzähnen ausgewertet. Berücksichtigt wurden neben den klinischen Befunden auch die Überlebensdauer der Prothesen, der Nachsorgebedarf und die Beurteilung durch den Patienten selbst. Nach vier Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen bei 90% und nach 9,1 Jahren bei 50%. Eine weitere retrospektive Studie (Griess et al. 1998) beschäftigte sich mit der Erfolgsrate von Teleskopprothesen mental zurückgebliebener und schizophrener Patienten. Es wurden 84 Prothesen von 58 Patienten mit verschiedenen stark ausgeprägten Krankheitsbildern untersucht. Die 7-Jahres-Überlebensrate lag bei den Patienten mit schwacher geistiger Behinderung bei 86%, bei moderater Behinderung sank sie auf 68%. Die niedrigste Überlebenswahrscheinlichkeit nach 7 Jahren zeigten mit 29% die schizophrenen Patienten. Auch in dieser Studie beeinflusste eine sinkende Pfeileranzahl die Überlebenszeit negativ.

Eine Studie, welche die Erfolgsrate von Teleskopprothesen mit anderen herausnehmbaren prothetischen Versorgungsmöglichkeiten verglich, liegt ebenfalls vor. *Eisenburger und Tschernitschek* (1998) erfassten die Daten von 152 klammerverankerten Prothesen und 123 Teleskopprothesen und betrachteten unter anderem die jeweilige Überlebensdauer. Eine 50%-Überlebensrate erreichten die klammerverankerten Prothesen nach acht Jahren und die Teleskopprothesen nach 9,5 Jahren. Aus diesen Ergebnissen schlussfolgerten die Autoren, dass der zu erwartende Gebrauchszeitraum von Teleskopprothesen, vor allem aufgrund ihrer Erweiterbarkeit nach Pfeilerextraktionen, deutlich länger ist als bei Gussklammerprothesen.

Konuskronen

Im Zeitraum zwischen 1985 und 1986 versorgten *Ericson et al.* (1990) 26 Patienten mit 30 Konuskronen-Prothesen und dokumentierten die klinischen Befunde 24-43 Monate nach der Eingliederung. *Bergman et al.* (1996) führten zu einem späteren Zeitpunkt Nachuntersuchungen dieser Patientengruppe durch. Es wurden 18 Prothesen mit 78 Pfeilerzähnen in einem Zeitraum von 73 bis 92 Monaten nach der Eingliederung untersucht. Die Überlebensrate der Prothesen betrug nach diesem Zeitraum 78,3%. Die Patienten erhielten außerdem einen Fragebogen, in welchem sie ihre Zufriedenheit mit der Versorgung dokumentieren sollten. Die meisten Patienten waren mit ihrer Teilprothese sowohl in funktioneller als auch ästhetischer Hinsicht zufrieden und erlebten eine Verbesserung ihrer Kaufähigkeit. Alle 18 Patienten gaben an, sich zwar an die Versorgung gewöhnt zu haben, jedoch berichtete die Hälfte der Patienten über Sprechschwierigkeiten aufgrund der Behandlung.

Hultén et al. (1993) untersuchten 57 Patienten mit 62 Prothesen, die auf 188 Konuspfeilern abgestützt waren. Nach dem Beobachtungszeitraum von 3,4 Jahren waren noch 50 Prothesen (81%) in Gebrauch. Der häufigste Grund für das Versagen der Prothese war die Umwandlung der Pfeiler in Wurzelstiftkappen oder die Pfeilerextraktion. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Überlebensdauer der Prothese und der Kieferlokalisation festgestellt werden. *Gernet et al.* (1983) ermittelten im Rahmen ihrer Nachuntersuchungen subjektiv und objektiv einen guten Erfolg von auf Konuskronen abgestützten Teilprothesen. Von 370 Teilprothesen waren 64,3% länger als fünf Jahre in situ. In einem Fragebogen gaben 92,4% der Patienten an, dass sie die eingegliederte Konstruktion jederzeit wieder anfertigen lassen würden. Als besonders positiv hoben sie eine kurze Eingewöhnungszeit, guten Prothesenhalt, fehlendes Fremdkörpergefühl, gutes Kauvermögen und wenig Druckstellen hervor.

Einige wenige Studien verglichen die Bewährung von Konuskronen-Prothesen mit anderen Arten von herausnehmbarem Zahnersatz. *Wagner und Kern* (2000) untersuchten in ihrer retrospektiven Studie den Langzeiterfolg von Modellgussprothesen, Prothesen mit Konuskronen in Kombination mit Klammern und reinen Konuskronen-Prothesen 10 Jahre nach deren Eingliederung. Die Misserfolgsrate von Modellgussprothesen war mit 66,7% die höchste.

Ihnen folgten Prothesen mit Konuskronen in Kombination mit Klammern (44,8%) und reine Konuskronen-Prothesen wiesen mit 33,3% die niedrigste Misserfolgsrate auf. In 33 von den 74 untersuchten Prothesen kam es zu mindestens einem Pfeilverlust. Außerdem wurde beobachtet, dass neben der Pfeileranzahl vor allem die Topografie der Pfeilerzähne entscheidend für den Erfolg der Prothese war. Während 1-Punkt und quadrangulär abgestützte Teleskopprothesen eine Misserfolgsrate von mehr als 55% aufwiesen, lag diese bei Prothesen, die linear und triangulär abgestützt waren, bei 30%. Das Alter und Geschlecht des Patienten hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate.

Vergleich verschiedener Doppelkronensysteme

Auch der Vergleich verschiedener Doppelkronensysteme war Ansatzpunkt einiger Studien. *Behr et al.* (2009) untersuchten 200 Teleskopprothesen, 62 Konusprothesen und 315 auf Doppelkronen mit Spielpassung verankerte Prothesen. Sie ermittelten eine 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von 98,8% für Teleskopprothesen, 92,9% für Konusprothesen und 86,6% für auf Doppelkronen mit Spielpassung verankerte Prothesen.

Im Rahmen einer klinischen Reevaluation befassten sich *Schwindling et al.* (2014) mit der Überlebensrate von insgesamt 117 auf Doppelkronen verankerten Prothesen, darunter 32 Teleskopprothesen, 51 Konusprothesen und 34 resilient gelagerte Prothesen. Das Prothesenüberleben betrug insgesamt 93,8% nach sieben Jahren. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Arten der Doppelkronen-Prothesen. Teleskopprothesen wiesen nach sieben Jahren eine 90%ige Erfolgsquote auf, für Konus- und Resilienzprothesen lag diese bei nur 78,5%. Das Geschlecht und Alter des Patienten sowie die Kieferlokalisation der Prothesen übten keinen Einfluss auf die Überlebensrate aus.

2.4.2 Überlebensdauer der Pfeilerzähne

Der Großteil der Studien zur Langzeitbewährung von Doppelkronen beschäftigte sich mit dem Überleben der Pfeilerzähne.

Parallelwandige Teleskopkronen

In einer retrospektiven Studie untersuchte *Rehmann* (2015) das Verlustrisiko von 1758 Pfeilerzähnen an 463 Patienten mit 554 Teleskopprothesen. Die Überlebenswahrscheinlichkeit lag für alle Pfeilerzähne nach fünf Jahren bei 93,9% und nach acht Jahren bei 84,5%. Der häufigste Extraktionsgrund war dabei die Pfeilerfraktur (47%) gefolgt von parodontalen Erkrankungen (28,8%). Auswirkungen des Geschlechts der Patienten, des Vitalitätszustandes der Pfeilerzähne, der Pfeileranzahl pro Teleskopprothese und der Einfluss eines Nachsorgeprogramms wurden ebenfalls untersucht. Die Studienergebnisse zeigten, dass Männer signifikant früher Pfeilerzähne verloren als Frauen. Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde bei Männern nach 5,9 Jahren und bei Frauen nach 7,5 Jahren unterschritten. Außerdem kam es bei einer größeren Pfeileranzahl tendenziell später zum Pfeilverlust. Zu einem schnelleren Pfeilverlust führte die fehlende Teilnahme am Nachsorgeprogramm. Auch mit Stiftaufbauten versorgte Zähne zeigten eine schlechtere Prognose. Ihre 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde nach nur 2,7 Jahren und die der vitalen Pfeilerzähne nach 7,6 Jahren unterschritten. Insgesamt bewertet der Autor das Verlustrisiko der Pfeilerzähne jedoch als gering.

Eine der wenigen prospektiven Studien wurde von *Mock et al.* (2005) durchgeführt. Im Rahmen ihrer Therapieverlaufsstudie untersuchten sie die klinische Bewährung von Teleskopprothesen an 92 Patienten, welche mit 105 Prothesen auf 299 Pfeilerzähnen versorgt wurden. Bis zu zehn Jahre nach der Eingliederung erfolgten regelmäßige Nachuntersuchungen. Die mittlere Beobachtungszeit betrug 7,4 Jahre. Die Überlebenswahrscheinlichkeit für den Erhalt aller Zähne war nach einem Jahr 97,8%, nach fünf Jahren 86,3% und nach zehn Jahren 72,4%. Verschiedene patienten- und zahnersatzspezifische Einflussfaktoren stellten sich dabei als entscheidend für den Erfolg bzw. Misserfolg der Prothese dar. Als wichtigster Faktor erwies sich das Prothesendesign.

Im Falle einer Deckprothese wurden eine erhöhte Zahnlockerung, stärkere Plaqueakkumulation und vermehrte Entzündungsreaktionen im Pfeilerumfeld und folglich eine deutlich geringere Überlebensrate beobachtet als bei teleskopierenden Teilprothesen. Auch die Lokalisation der Pfeiler beeinflusste die Befundvariablen, wobei an Unterkiefer-Prothesen eine höhere Plaqueakkumulation festzustellen war als an Prothesen im Oberkiefer. In Bezug auf die Pfeileranzahl wurde ein erhöhtes Verlustrisiko bei Prothesen mit weniger als vier Pfeilern festgestellt. Für die Parameter Alter, Geschlecht, Gegenbezahnung, Kronenrandqualität und subjektive Beurteilung konnte kein signifikanter Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit nachgewiesen werden. In einer weiteren klinischen Studie von *Stark und Schrenker* (1998) wurden 68 Patienten mit teleskopverankerten Prothesen versorgt und über sechs Jahre regelmäßig nachuntersucht. Für diesen Zeitraum lag die Wahrscheinlichkeit für das Überleben aller Pfeilerzähne bei 90%. Von den 258 Pfeilerzähnen waren lediglich zehn Pfeiler verloren gegangen.

Nickenig und Kerschbaum (1995) analysierten den Pfeilerzahnverlust bei 85 Bundeswehrsoldaten mit 105 Teleskopprothesen, welche von 1980 bis 1992 eingegliedert wurden. Nach einem Zeitraum von fünf Jahren sind 5% der Pfeilerzähne extrahiert worden, nach acht Jahren waren es bereits 19%. Es zeigte sich dabei im Oberkiefer eine signifikant höhere Extraktionsrate als im Unterkiefer. Zu einem ähnlichen Ergebnis bezüglich des Einflusses der Kieferlokalisation kamen *Szentpétery et al.* (2012) im Rahmen ihrer klinischen Studie zu Teleskopprothesen im stark reduzierten Restgebiss. 74 Patienten mit 82 Prothesen und 173 Pfeilern wurden dabei nach der Eingliederung halbjährlich nachuntersucht. Das Pfeilerüberleben lag nach 60 Monaten bei 80,6%. Signifikant niedrigere Überlebensraten ergaben sich für männliche Patienten sowie für im Oberkiefer lokalisierte und avitale Pfeilerzähne. Außerdem beobachteten sie den negativen Einfluss einer geringen Pfeileranzahl sowie höherer Lockerungsgrade der Pfeiler. Das Alter des Patienten übte keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeiler aus. Bezüglich der Pfeilertopografie orientierten sie sich an den Steffel-Klassen (Steffel 1962), wobei die Klasse E (trianguläre Abstützung) das geringste Verlustrisiko zeigte.

27 Teleskop Pfeiler konnten während des Beobachtungszeitraums als solche nicht mehr genutzt werden. In 25,9% dieser Fälle war der Grund eine Extraktion aufgrund einer Pfeilerfraktur und 18,5% wurden aus anderen Gründen extrahiert. Bei 55,6% trat eine Pfeilerfraktur auf, nach welcher die Wurzeln beibehalten und für die prothetische Verankerung genutzt wurden. Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne betrug in der von *Wöstmann et al.* (2007) durchgeführten Studie 95,3%. Während des mittleren Beobachtungszeitraums von 5,3 Jahren trat in 66 Fällen (3,8%) ein Pfeilverlust auf.

Im Rahmen ihrer prospektiven Studie erhoben *Gehring et al.* (2006) die Daten von 58 Patienten mit 73 Teleskopprothesen auf 280 Pfeilern. Nach drei Jahren wurden 1,3% der vitalen Zähne und 13% der avitalen, stiftarmierten Pfeilerzähne extrahiert. Insgesamt lag die Extraktionsrate bei 3,6%. Es stellte sich somit heraus, dass vitale Pfeiler signifikant höhere Überlebensraten aufwiesen als endodontisch behandelte und mit Stiftaufbau versehene Pfeiler. Auch *Rehmann et al.* (2004) konnten eine bessere Überlebensrate für vitale Pfeilerzähne feststellen. So wurde die 90%ige (50%ige) Überlebenswahrscheinlichkeit unter den vitalen Pfeilerzähnen nach ca. 4,0 (13,7) Jahren unterschritten und in der Gruppe der Pfeilerzähne mit Stiftaufbau bereits nach 3,4 (7,0) Jahren.

Konuskronen

Heners und Walther (1988 a) untersuchten die Extraktionsrate einer Patientengruppe, welche mit Konuskronen in Verbindung mit einer perioprothetischen Gerüstauslegung versorgt wurde. Die ermittelte Extraktionsrate lag bei 3,9%. Sie zeigte keine signifikante Abhängigkeit von den einzelnen Zahngruppen oder der Kieferlokalisation. Insgesamt bewerteten die Autoren die Extraktionsrate als relativ niedrig. Eine weitere Untersuchung von *Heners & Walther* (1988 b) befasste sich mit Konusprothesen bei unterschiedlicher Verteilung der Pfeilerzähne. Dabei wurden statisch ungünstige Pfeilverteilungen mit unproblematischen Konfigurationen verglichen. Für eine Pfeilerextraktion, Bruch der Krone, Stiftbruch und Neuanfertigung der Arbeit wurden nur geringfügige Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ermittelt. Somit konnte die Gültigkeit des „Kantorowiczschen Modells“ (Kantorowicz 1931, 1949), welches der Pfeilverteilung eine vorrangige Bedeutung zuschreibt, nicht bestätigt werden.

Im Rahmen ihrer dritten Studie befassten sich *Heners und Walther* (1990) mit der Bewährung von an Konuskronen fixiertem Zahnersatz. Das Überlebensverhalten von 2094 Pfeilerzähnen an 671 Konstruktionen wurde untersucht und dabei das stark reduzierte Restgebiss, bestehend aus ein bis drei Pfeilerzähnen mit dem gering reduzierten Gebiss, welches mehr als drei Pfeilerzähne aufwies, verglichen. Die Forscher beobachteten eine signifikant schlechtere Prognose für die Pfeilerzähne im stark reduzierten Restgebiss. Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit lag in diesen Fällen bei 78% und im gering reduzierten Gebiss bei 91%.

Igarashi und Goto (1997) befassten sich mit dem Langzeiterfolg von Konuskronen-Prothesen in Abhängigkeit von der vorliegenden Kennedy-Klasse. Sowohl die Funktionsperiode der Prothese als auch das Überleben der Pfeiler waren bei wenigen Restzähnen deutlich kürzer. Die Extraktionsrate lag in den Kennedy-Klassen III und II bei 10%, in der Klasse I bei 15 % und im Falle von wenigen Restzähnen bei 35%. Auch hier konnte somit nachgewiesen werden, dass die Verwendung von wenigen Pfeilern sich negativ auf den Erhalt der Pfeilerzähne auswirkte.

Molin et al. (1993) führten eine retrospektive Recall-Studie an 57 Patienten und 60 Prothesen mit einem mittleren Beobachtungszeitraum von 30,1 Monaten durch. Von den 248 Pfeilerzähnen sind während des Beobachtungszeitraums acht verloren gegangen, sieben davon waren endodontisch behandelt. Es zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Extraktionsraten endodontisch behandelter Pfeiler (5,8%) und vitaler Pfeiler (0,8%). Insgesamt lag die Extraktionsrate bei 3,2%. Auch *Walther et al.* (2000) konnten vitalen Pfeilerzähnen eine bedeutend bessere Prognose zusprechen. Sie untersuchten 803 Konusprothesen mit 2714 Pfeilern. Das Zielereignis - der Verlust aller Pfeiler - wurde in 97 Fällen beobachtet. Wurden pulpatote Zähne in die Konstruktion miteinbezogen, so zeigte sich für diese bei Prothesen mit mehr als drei Pfeilern eine deutliche niedrigere Überlebensrate. Konstruktionen mit 2 Konuspfeilern dagegen hatten eine ungünstigere Prognose, wenn Pfeiler mit erhöhter Lockerung einbezogen waren.

Doppelkronen mit Spielpassung

Coca et al. (2000) untersuchten 92 Patienten mit 106 resilient gelagerten, klassischen Deckprothesen mit funktioneller Randgestaltung nach dem Cover-Denture-Prinzip, die auf 236 Pfeilerzähnen abgestützt waren. Im Oberkiefer trat ein Pfeilverlust nach durchschnittlich 3,4 Jahren und im Unterkiefer erst nach 4,5 Jahren auf. Die 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit lag für den Oberkiefer bei 86%, für den Unterkiefer bei 92% und insgesamt bei 90%. Nach sieben Jahren sank sie auf 71%. Der Hauptgrund für Nachbehandlungen und Extraktionen waren parodontale Probleme.

Die letzte publizierte Studie, die sich konkret mit der Bewährung des Marburger-Doppelkronen-Systems beschäftigte, liegt bereits mehr als 15 Jahre zurück. *Wenz et. al* (1999) untersuchten im Rahmen einer retrospektiven Studie 111 Prothesen, die im Zeitraum von 1984 bis 1996 eingegliedert worden waren, darunter auch auf Marburger-Doppelkronen gelagerten Zahnersatz. Das Pfeilerbezogene Verlustrisiko der starren Lagerungsart (drei oder weniger Pfeilerzähne) wurde dabei mit der resilienten (vier oder mehr Pfeilerzähne) verglichen. Nach fünf Jahren zeigte sich eine Überlebensrate der Pfeilerzähne von 93,8%, nach zehn Jahren betrug diese 89,4%. Es ergaben sich dabei keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf die beiden Lagerungsarten. In einer zweiten Studie im Zeitraum von 1984 bis 1998 lag die Wahrscheinlichkeit für das Überleben aller Pfeilerzähne nach fünf Jahren bei 84% und nach zehn Jahren bei 66% (*Wenz et al.* 2001).

Vergleich verschiedener Doppelkronensysteme

In einer retrospektiven Studie untersuchten *Dittmann und Rammelsberg* (2008) 117 Doppelkronen-Prothesen mit 385 Pfeilerzähnen. 27% der Prothesen waren Teleskopprothesen, 44% Konusprothesen und 29% resilient gelagerte Prothesen. Insgesamt wurde für die Pfeilerzähne eine Überlebensrate von 91,2% ermittelt. Pfeilerzähne, die weiter posterior im Zahnbogen lagen, zeigten dabei ein höheres Verlustrisiko (13,6%) als Front- oder Eckzähne (5,3%). Auch der endodontische Zustand der Pfeilerzähne beeinflusste das Pfeilerüberleben signifikant. Eine 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit war für vitale Pfeiler nach 7,3 Jahren gegeben, bei wurzelgefüllten Pfeilern waren es nur 4,7 Jahre.

Andere Parameter wie Alter, Geschlecht, Kieferlokalisation und Pfeileranzahl standen in keinem Zusammenhang zum Überleben der Pfeiler. Ebenfalls übte die Art der Doppelkronen-Prothese keinen Einfluss aus.

2.4.3 Reparaturmaßnahmen

Zahlreiche Autoren beschäftigten sich mit der Art und Häufigkeit von Reparaturmaßnahmen an der Prothese und an den Pfeilerzähnen. Die häufigste Maßnahme in der Studie von *Rehmann et al.* (2004) war die Beseitigung von Druckstellen (27%), gefolgt von der Verblendungserneuerung (15,5%), der Beseitigung von Inkongruenzen (13,9%) und der Rezementierung gelöster Primärkronen (10,8%). Die Beseitigung technischer Mängel, Nachsorgemaßnahmen an den Zähnen, Retentionsveränderungen sowie Neuankertigungen der Primärkronen und Reparaturen der Prothese lagen jeweils unter 10%.

Mock et. al (2005) stellten das Rezementieren als häufigste Nachsorgemaßnahme fest (37% der Patienten). Es zeigte sich dabei ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich keine Primärkrone gelöst hat, betrug bei Frauen 73% und bei Männern nur 45%. *Behr et al.* (2009) erfassten bei 32% aller Teleskopprothesen und bei 21,3% der Doppelkronen-Prothesen mit Spielpassung Rezementierungen. Für Konusprothesen lag der Wert bei 53,2%. Nach 15 Jahren musste bei über 75% der Patienten mindestens einmal eine Primärkrone rezementiert werden. Eine weitere Studie (*Hultén et al.* 1993) ergab, dass in 10% der Prothesen mindestens eine Primärkrone rezementiert wurde. In der Untersuchung von *Bergman et al.* (1996) wurden von 71 Pfeilerzähnen und 18 Prothesen 13 Zähne insgesamt 25-mal rezementiert. Außerdem wurde in 17 Fällen eine Fraktur im Kunststoff repariert. *Stark und Schrenker* (1998) mussten 13% der Pfeilerzähne rezementieren oder durch andere Verankerungselemente ersetzen. In 45% der Konstruktionen führten sie einfache Reparaturen oder Unterfütterungen durch. In der Untersuchung von *Schwindling et al.* (2014) wurden 12,2% aller Pfeiler rezementiert. In 27% dieser Fälle war eine erneute Rezementierung zu einem späteren Zeitpunkt notwendig. Maximal fielen sieben Rezementierungen eines Pfeilers an. In 17,1% der Prothesen trat eine Basisfraktur auf und in 11,1% wurden Verblendungen erneuert. Eine Unterfütterung trat in 12% der Prothesen auf. Die höchste Komplikationsrate zeigte sich für Resilienzteleskopprothesen.

Ein Drittel aller Prothesen insgesamt wurde in der Studie von *Igarashi und Goto* (1997) unterfüttert. Es zeigte sich dabei ein unterschiedlicher Bedarf in den verschiedenen Kennedy-Klassen. Die Klasse I benötigte in 55%, Klasse II in 28% und Klasse III in nur 4% der Fälle Unterfütterungen. Bei wenigen Restzähnen lag der Bedarf bei 92%. Auch Frakturen der Prothese oder Pfeilerzähne traten häufiger bei wenigen Restzähnen (146%) oder in der Kennedy-Klasse I (152%) auf als in den Klassen II (63%) oder III (62%).

Wöstmann et. al (2007) ermittelten für 64,8% aller Prothesen mindestens eine Reparaturmaßnahme. Am häufigsten fiel eine Verblendungsreparatur an (28,7%), gefolgt von Unterfütterungen (21,3%) und Rezementierungen (13,3%). Folgende weitere Maßnahmen lagen in absteigender Reihenfolge unter 10%: Wiederbefestigung eines Prothesenzahns, Behandlung eines Pfeilerzahns, Erweiterung der Prothesenbasis, Reparatur im Prothesenkunststoff, Erhöhung der Friktion, Reparatur oder Neuanfertigung einer Primär- oder Sekundärkrone und Reparatur des Metallgerüsts. Insgesamt wurden 1626 durchgeführte Maßnahmen dokumentiert. In 36,1% der Fälle mussten in der Studie von *Wagner und Kern* (2000) keine Nachsorgemaßnahmen durchgeführt werden. Der mit Abstand höchste Reparaturbedarf lag bei den Verblendungen (41,6%). Weitere Komplikationen waren Retentionsverlust (18,1%), Kunststofffrakturen (16,7%), Metallfrakturen (11,1%) und andere nicht genannte Reparaturen (9,7%).

Die verschiedenen Doppelkronensysteme untereinander wurden von *Behr et al.* (2000) untersucht. Hierbei erfolgte der Vergleich von technischen Komplikationsraten an 74 über Teleskopkronen verankerten Teilprothesen mit denen von 43 Teilprothesen, die über Konuskronen verankert waren. Während der Beobachtungsphase traten bei den Konuskronen zu 48,8% und bei den Teleskopkronen zu 34,2% technische Komplikationen auf. Das Dezementieren erwies sich als häufigste Komplikation. Bei Teleskopkronen trat sie häufiger und früher (26%) auf als bei den Konuskronen (18,6%). Verblendungsverluste zeigten sich jedoch ausschließlich bei Konuskronen. Weitere technische Komplikationen, wie der Verlust von Prothesenzähnen oder Bruch der Basis, zeigten keine Abhängigkeit von der Art der Doppelkrone. *Hofmann et al.* (2002) beschäftigten sich mit der Frequenz und den Kosten technischer Fehler von Doppelkronen im Vergleich zu Modellgussprothesen.

Über einen durchschnittlichen Zeitraum von $4,2 \pm 1,7$ Jahren wurden 181 Patienten auf technische Fehler wie Fraktur eines Prothesenzahns, Bruch der Basis oder Abplatzen der Verblendung untersucht. Dokumentiert wurde dabei ausschließlich die erste anfallende Reparaturmaßnahme. Reparaturbedürftig während des Beobachtungszeitraums waren 20% der Modellgussprothesen, 32,5% der parallelwandigen Teleskopprothesen und 50% der Konuskronen-Prothesen. Trotz der Tatsache, dass Doppelkronen-Prothesen einen höheren Reparaturbedarf aufwiesen, betrugen die Kosten für die jeweilige Reparatur – in den meisten Fällen eine Rezementierung – weniger als die Hälfte als bei den Modellgussprothesen. Folglich ist der Reparaturaufwand von Doppelkronen-Prothesen insgesamt als geringer zu werten als der von Modellgussprothesen. Das Auftreten von technischen Fehlern erwies sich außerdem als unabhängig von der Pfeileranzahl oder der Anzahl der Prothesenzähne. Auch *Eisenburger und Tschernitschek* (1998) ermittelten einen höheren Reparaturbedarf bei Teleskopprothesen (60%) im Vergleich zu klammerverankertem Zahnersatz (45%). Den Gebrauchszeitraum teilten sie dabei in drei Phasen ein und stellten fest, dass vor allem Rezementierungen anfangs öfter auftraten, nach dem zweiten Tragejahr jedoch auf Einzelfälle zurückgingen. Dies konnte auch durch *Nickenig und Kerschbaum* (1995) bestätigt werden, welche in den ersten 5 Jahren 10% der Primärkronen rezentieren mussten, die meisten davon innerhalb der ersten zwei Jahre.

Gehring et al. (2006) untersuchten im Rahmen einer klinischen Studie, ob endodontisch behandelte und mit einem Wurzelstift versehene Pfeilerzähne häufiger zu Komplikationen führten als vitale Pfeilerzähne. Es wurden 144 Komplikationen dokumentiert, 100 davon dentaler und 44 prothetischer Art. Insgesamt trat in 4,3% der Pfeilerzähne eine Fraktur auf. Unter den 54 avitalen, stiftarmierten Zähnen lag die Frakturnrate bei 7,4%, für die 226 vitalen Pfeilern lag diese bei nur 3,5%. Als häufigste dentale Komplikation wurden parodontale Erkrankungen festgestellt. In 5% der Pfeilerzähne mussten gelöste Primärkronen rezentiert werden und 4% der Pfeiler benötigten eine endodontische Behandlung. Als häufigste prothetische Nachsorgemaßnahme wurde mit 57% der Unterfütterungsbedarf festgestellt. Verblendungsreparaturen machten 34% aller Komplikationen aus, Sprung- und Bruchreparaturen lagen bei unter 5%.

Die Wahrscheinlichkeit für eine Pfeilerfraktur lag in der retrospektiven Studie von *Dittmann und Rammelsberg* (2008) bei 4,4%. Es konnte dabei jedoch kein Unterschied zwischen wurzelkanalbehandelten und vitalen Pfeilerzähnen festgestellt werden. Die Häufigkeit von Frakturen wurde außerdem von *Heners und Walther* (1988 b) untersucht. Insgesamt trat in 7,4% der Konstruktionen eine Kronenfraktur auf. Stiftfrakturen der Pfeilerzähne traten insgesamt in 2,2% der Konstruktionen auf. Beim Vergleich der Pfeilerverteilungen sind keine signifikanten Unterschiede festgestellt worden.

Eine endodontische Behandlung benötigten in der Studie von *Behr et al.* (2009) 13,9% aller mit Zinkoxidzement und 10,9% aller mit Glasionomerzement eingesetzten Doppelkronen.

3 Ziel der Arbeit

Ziel dieser retrospektiven Studie ist es, die Überlebenszeit prothetischer Versorgung, die größtenteils nach dem Marburger-Doppelkronen-Konzept angefertigt wurden, zu erfassen und zu bewerten. Der Einfluss folgender Parameter auf die Erfolgsrate soll überprüft werden:

- Alter des Patienten
- Geschlecht des Patienten
- Anzahl und Topografie der Pfeilerzähne
- Vitalität der Pfeilerzähne
- Kieferlokalisation der Prothese

Zum einen wird dabei die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothese im Ganzen betrachtet, zum anderen diese der einzelnen Pfeilerzähne.

Konkret sollen folgende Hypothesen überprüft werden:

- a) Die Überlebenszeit der Prothesen und der Pfeilerzähne korreliert mit der Anzahl der Pfeilerzähne. Je mehr Pfeiler in die Konstruktion miteinbezogen sind, umso höher ist die Überlebenswahrscheinlichkeit.
- b) Das Alter und Geschlecht des Patienten sowie die Kieferlokalisation üben keinen Einfluss auf die Überlebenszeit der Prothese und der Pfeilerzähne aus.
- c) Der endodontische Zustand der Pfeilerzähne beeinflusst deren Überleben. Wurzelkanalbehandelte Pfeiler zeigen eine geringere Überlebenszeit als unbehandelte Pfeilerzähne.

Außerdem werden in der Funktionsperiode angefallene Reparatur- und Nachsorgemaßnahmen auf ihre Art, Häufigkeit und Zeitpunkt des Auftretens untersucht.

Der bisher nur in geringem Maße vorhandene Datenumfang über die Langzeitbewährung des Marburger-Doppelkronen-Systems soll durch diese Studie auch zur abteilungsinternen Qualitätssicherung der Patientenversorgung und Optimierung der klinischen Studentenausbildung erweitert werden.

4 Material und Methode

4.1 Patientenkollektiv

In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden die Daten von 559 Patienten (278 männliche und 281 weibliche), welche im Zeitraum von 1990-2016 mit Doppelkronen-Prothesen versorgt worden waren, erfasst und ausgewertet. Insgesamt handelte es sich dabei um 759 Doppelkronen-Prothesen mit 2145 Pfeilerzähnen. Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum lag bei 4,2 Jahren (Minimum: 1 Jahr, Maximum: 26 Jahre). Alle Arbeiten wurden im studentischen Behandlungskurs der Prothetischen Abteilung des Medizinischen Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Philipps-Universität Marburg unter Aufsicht erfahrener Behandler angefertigt und eingegliedert.

4.2 Art der prothetischen Versorgung

Die prothetischen Versorgungen erfolgten entsprechend dem Marburger-Doppelkronen-Konzept (siehe Kapitel 2.2). Alle zahntechnischen Arbeiten erfolgten im klinikeigenen Dentallabor oder in anderen in dieser Technik geschulten Laboren. Charakteristisch für alle Versorgungen war, dass sowohl Primär- und Sekundärkronen als auch die Sekundärgerüste im Einstückgussverfahren aus einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierung hergestellt waren. Ersatzzähne sowie Verblendungen der Sekundärkronen waren durchweg aus Kunststoff angefertigt. Die Versorgungen wiesen in Abhängigkeit von der Anzahl der Pfeilerzähne eine anteriore Führung oder eine unilaterale Gruppenführung auf.

4.3 Nachsorge

Allen Patienten war mit dem definitiven Eingliedern der prothetischen Doppelkronen-Arbeit eine gezielte und regelmäßige halbjährliche Nachsorge ihrer Versorgung im Recall-System der Abteilung empfohlen und angeboten worden.

4.4 Datenerhebung

Alle im definierten Zeitraum mit Doppelkronen-Prothesen versorgten Patienten wurden mit Hilfe des Abrechnungsprogramms „Highdent“ erfasst.

Suchkriterien waren die Abrechnungspositionen 91d (Regelversorgung) und 5040 (andersartige Versorgung). Die Studie beinhaltet somit nur gesetzlich krankenversicherte Patienten und keine Privatpatienten. Insgesamt wurden 657 Patienten ermittelt. 44 davon waren Patienten mit Kiefer-Gesichts-Defekten, welche nicht erfasst wurden. Bei 54 Patienten lag der letzte Klinikbesuch über zehn Jahre zurück, sodass die Akten nicht mehr archiviert waren. Auf Implantaten abgestützte Prothesen wurden nicht in die Studie einbezogen.

Jede der verbliebenen 559 Patientenakten wurde sorgfältig durchgearbeitet. Folgende Daten wurden dabei erhoben und mithilfe von Microsoft Excel verwaltet:

1. Daten zum Zeitpunkt der Eingliederung der Prothese

- Alter des Patienten
- Geschlecht des Patienten
- Kieferlokalisation der Prothese
- Anzahl der Pfeilerzähne
- Topografie der Pfeilerzähne
- Datum der Eingliederung
- Endodontischer Zustand der Pfeilerzähne
 - nicht endodontisch behandelt
 - wurzelkanalbehandelt
 - wurzelkanalbehandelt und mit Wurzelstift versehen

Die Beurteilung erfolgte anhand des dentalen Befunds. Ergänzend wurde bei Bedarf der endodontische Zustand der Pfeilerzähne durch Röntgenbilder befundet, falls vorhanden.

2. Daten im Zeitraum nach der Eingliederung der Prothese

- Datum der Extraktion eines Pfeilerzahns
- Datum der Entfernung der Prothese

Folgende Ereignisse wurden als Entfernung der Prothese definiert:

- Inkorporation einer neuen Doppelkronen-Prothese
- Umwandlung in eine Totalprothese (=Extraktion aller Pfeilerzähne)
- Dekapitierung des letzten Pfeilerzahns und Versorgung mit einem Druckknopfanker
- Teilnahme am Nachsorgeprogramm
 - Regelmäßig (mindestens einmal pro Jahr)
 - Unregelmäßig
- Datum und Anzahl folgender Reparaturmaßnahmen

Maßnahmen an der Prothese:

- Druckstellenentfernung
- Indirekte Unterfütterung
- Direkte Unterfütterung
- Okklusale Korrekturen
- Friktionsverringering
- Austausch eines TK-Snap-Halteelements
- Bruch der Basis
- Wiederbefestigung/Erneuerung eines Prothesenzahns

Maßnahme an den Pfeilerzähnen (für jeden Pfeiler einzeln dokumentiert)

- Rezementierung einer Primärkrone
- Erneuerung einer Verblendung
- Versorgung eines frakturiertes Pfeilerzahns
- Dekapitierung eines Pfeilers und anschließende Versorgung mit einem Druckknopfanker
- Neuanfertigung einer Primärkrone
- Trepanation/Vitalexstirpation eines Pfeilers

Bei den Nachsorgemaßnahmen wurde unterschieden, ob sie im ersten Monat nach der Eingliederung oder danach stattgefunden haben.

Um die zahnbezogene statistische Auswertung zu vereinfachen, wurden die Zähne für den Ober- und Unterkiefer (OK und UK) jeweils in topografische Zahngruppen (Molar, Prämolare, Eckzahn, Frontzahn) aufgeteilt. Es ergaben sich somit 8 Gruppen:

M OK = Oberkiefermolar

P OK = Oberkieferprämolare

C OK = Oberkiefereckzahn

F OK = Oberkieferfrontzahn

M UK = Unterkiefermolar

P UK = Unterkieferprämolare

C UK = Unterkiefereckzahn

F UK = Unterkieferfrontzahn

4.5 Statistische Aufbereitung der Daten

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mit dem Programm SPSS – Version 22.0.

Die Überlebenszeiten der Prothese und der Pfeilerzähne wurden anhand der Kaplan-Meier-Analyse ermittelt. Dabei wurde nichtparametrisch die Wahrscheinlichkeit getestet, dass ein bestimmtes Ereignis innerhalb eines Zeitintervalls nicht eintritt (Kaplan & Meier 1958). Das Zielereignis dieser Studie war das Ende der Funktionsperiode der Prothese oder die Extraktion des Pfeilerzahns. Trat dieses Ereignis nicht auf, so erfolgte eine Zensierung am Datum des letzten Akteneintrags in Anwesenheit des Patienten.

Die Überlebensdauern der einzelnen Gruppen untereinander wurden statistisch mit dem Standardverfahren, dem Log-Rank-Test verglichen. Dieser hat den Vorteil, dass nicht nur die Überlebenszeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg betrachtet werden, unabhängig von dessen individueller Länge.

Das Signifikanzniveau wurde mit „p“ bezeichnet und für seine Werte wurde festgelegt:

$p > 0,05$ nicht statistisch signifikant

$p \leq 0,05$ statistisch signifikant.

Das Verlustrisiko zu einem bestimmten Zeitpunkt wurde mittels des Hazard Ratio berechnet. Es ist ein deskriptives Maß zum Vergleich von Überlebenszeiten zwischen zwei verschiedenen Gruppen und als relatives Risiko zu interpretieren (Ressing et al. 2010).

Mit Hilfe einer multivariaten Cox-Regression (Cox 1972) wurde der Einfluss multipler unabhängiger Variablen auf die Überlebenszeit analysiert. Diese Regression setzt voraus, dass das Ereignisrisiko (Hazard) der verschiedenen Gruppen sich proportional zueinander verhält und somit das Hazard Ratio über die Zeit konstant ist (Zwiener et al. 2011).

Die deskriptive Darstellung der kategorialen Parameter für die Reparaturmaßnahmen wurde in Form von Kreuztabellen und Häufigkeitsverteilungen dargestellt. Zusammenhänge von kategorialen Parametern und Reparaturmaßnahmen wurden mit dem Chi-Quadrat Test analysiert.

5 Ergebnisse

5.1 Allgemeine Daten

Die Daten von 559 Patienten (278 männlich, 281 weiblich) wurden in dieser Studie aufgezeichnet und ausgewertet. Da viele Patienten mehrfach und/oder in beiden Kiefern versorgt wurden, lag die Anzahl der Prothesen mit 759 über der Patientenanzahl. Abgestützt waren die Prothesen auf 2145 Pfeilern. 139 Patienten wurden sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer versorgt. 28 Patienten erhielten zweimal im Oberkiefer eine Doppelkronen-Prothese, drei Patienten dreimal. Im Unterkiefer wurden 29 Patienten zweimal und eine Patientin dreimal hintereinander versorgt.

Die Anzahl der eingegliederten Prothesen stieg mit den Jahren stetig an. In der ersten Dekade von 1990 bis 1999 wurden nur 37, in der zweiten zwischen 2000 und 2009 316 Prothesen eingegliedert. In den nächsten sieben Jahren stieg die Zahl bereits auf 406 Prothesen (Abbildung 5.1).

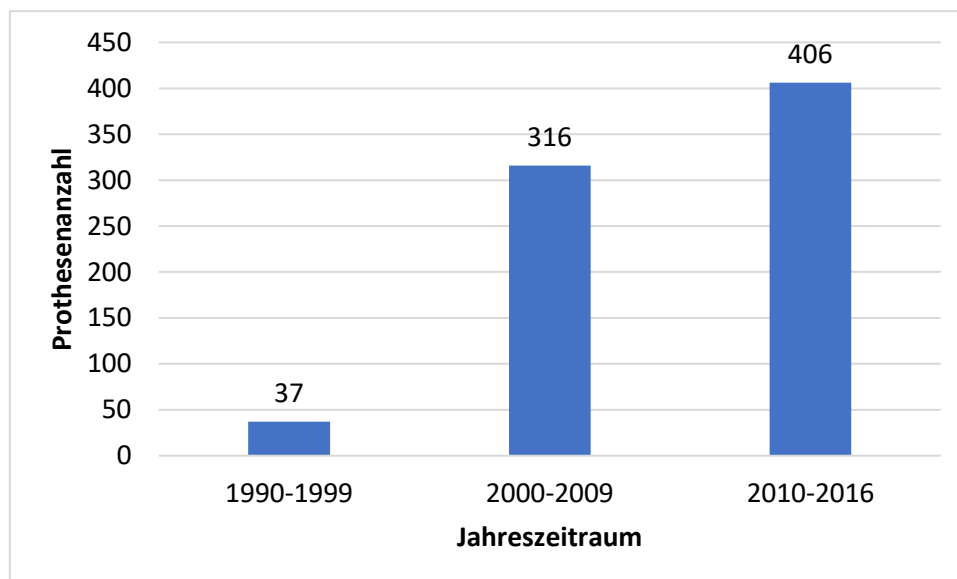


Abbildung 5.1: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Zeitraum der Eingliederung (n = 759)

5.1.1 Alter

Das durchschnittliche Patientenalter zum Zeitpunkt der Eingliederung lag bei $63,9 \pm 10,7$ Jahren. Die jüngste Patientin war 15, der älteste 92 Jahre alt. Zur besseren Übersicht wurde das Alter in Dekaden eingeteilt und alle unter 50- und über 80-jährigen Patienten jeweils zu einer Gruppe zusammengefasst. Die meisten Patienten (36%) befanden sich in der 6. Lebensdekade. Jeweils ca. 24% waren eine Dekade älter oder jünger. Weniger als 10% waren unter 50 und 6% der Patienten über 80 Jahre alt (Abbildung 5.2).

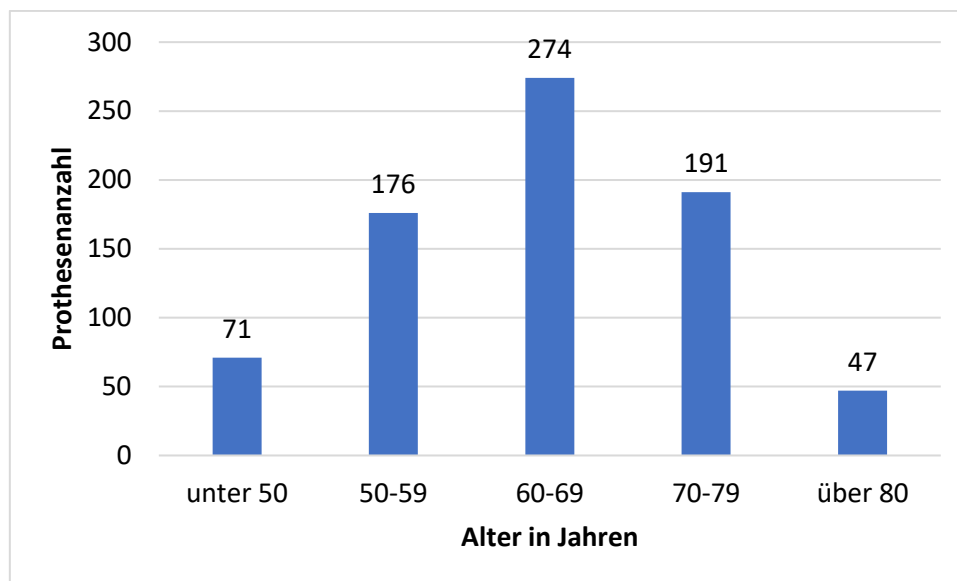


Abbildung 5.2: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Patientenalter (n = 759)

Männer waren im Durchschnitt zum Zeitpunkt der Eingliederung $63,3 \pm 10,9$ und Frauen $64,4 \pm 10,4$ Jahre alt.

5.1.2 Geschlecht

379 Prothesen (49,9%) wurden bei männlichen und 380 (50,1%) bei weiblichen Patienten eingegliedert.

5.1.3 Kieferlokalisation

406 Prothesen (53,5%) wurden insgesamt im Oberkiefer und 353 Prothesen (46,5%) im Unterkiefer eingegliedert.

5.1.4 Pfeileranzahl

580 der eingesetzten Prothesen (76,4%) waren auf ein bis drei Pfeilern abgestützt und 23,6% auf vier oder mehr Pfeilern. Am häufigsten waren Prothesen auf zwei Pfeilern (33,2%) abgestützt, am zweit häufigsten auf drei Pfeilern (27,4%). 15,8% der Prothesen hatten nur einen Pfeilerzahn (Abbildung 5.3).

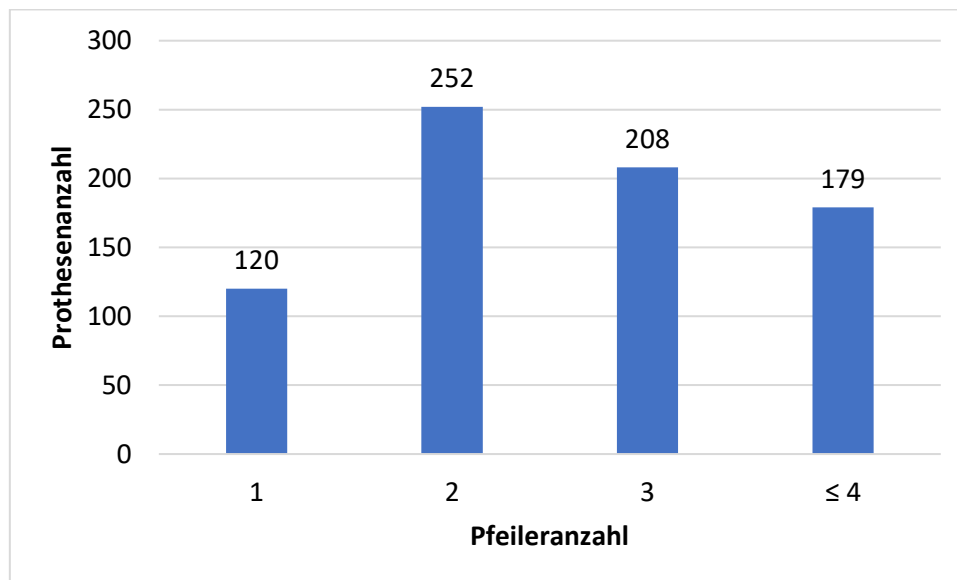


Abbildung 5.3: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Pfeileranzahl (n = 759)

Zwei Prothesen, beide im Oberkiefer, waren auf neun Pfeilern abgestützt. Dies war die höchste Pfeileranzahl. Auf acht Pfeilern waren acht Prothesen im Oberkiefer und eine im Unterkiefer abgestützt. Bei 84 Prothesen lag die Pfeileranzahl zwischen fünf und sieben, 69 davon waren im Oberkiefer lokalisiert und nur 15 im Unterkiefer. Eine höhere Pfeileranzahl (drei oder mehr) trat eher im Oberkiefer und eine niedrige eher im Unterkiefer auf (Abbildung 5.4).

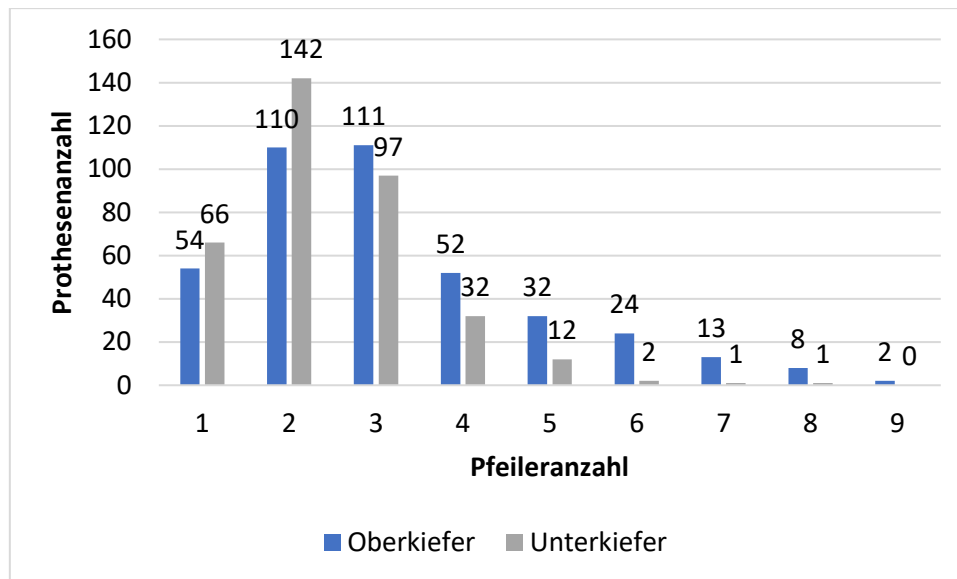


Abbildung 5.4: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Pfeileranzahl und Kieferlokalisation (n = 759)

5.1.5 Topografie der Pfeilerzähne

Von den 2145 Pfeilerzähnen befanden sich 1296 (60,4%) im Oberkiefer und 849 (39,6%) im Unterkiefer. Die häufigste Pfeilerart waren Oberkiefereckzähne (20,6%) und Unterkiefereckzähne (19,0%). Ihnen folgten Oberkieferfrontzähne (18,5%) und Unterkieferprämolaren (15,5%). Am seltensten wurden Unterkiefermolaren (2,4%) und Unterkieferfrontzähne (2,8%) als Pfeiler verwendet (Abbildung 5.5).

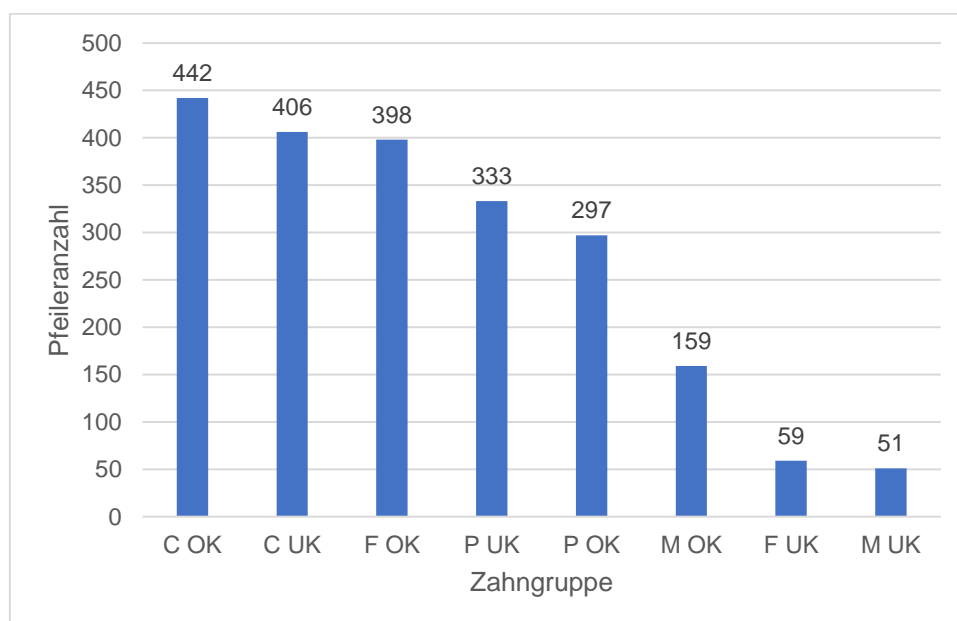


Abbildung 5.5: Pfeilerzähne aufgeteilt nach Zahngruppen (C = Eckzahn; F = Frontzahn; P = Prämolare; M = Molar; OK = Oberkiefer; UK = Unterkiefer; n = 759)

5.1.6 Endodontischer Zustand der Pfeilerzähne

57,7% der Pfeiler waren zum Zeitpunkt der Eingliederung endodontisch unbehandelt. 8,5% waren wurzelkanalbehandelt und 7,8% waren wurzelbehandelt und mit einem Wurzelstift versehen. In 25,9% der Pfeiler waren in den Akten keine Angaben zum endodontischen Zustand auffindbar (Abbildung 5.6).

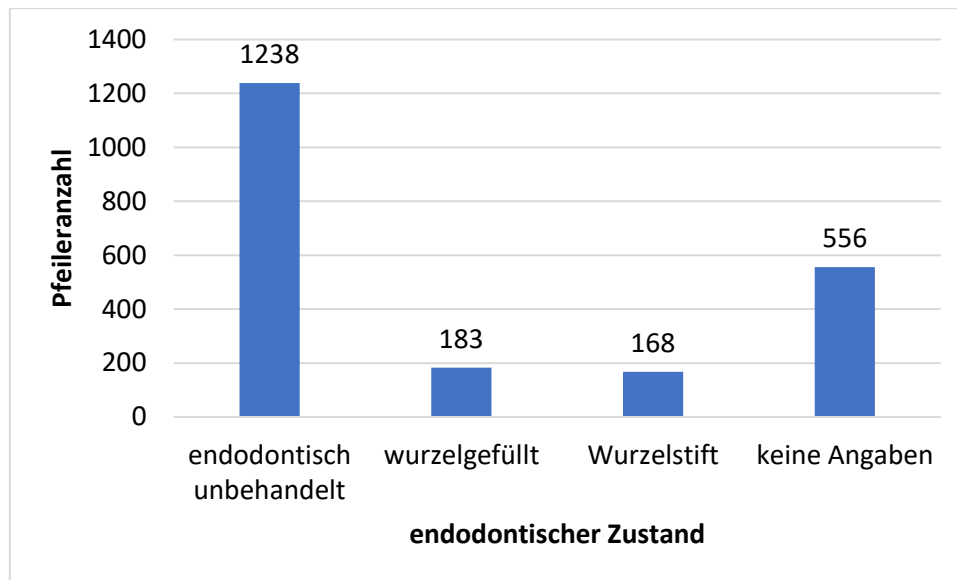


Abbildung 5.6: Pfeilerzähne eingeteilt nach endodontischem Zustand (n = 2145)

5.1.7 Beobachtungszeitraum

Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum lag bei $4,2 \pm 3,9$ Jahren (Maximum 26,6 Jahre) Tabelle 5.1 zeigt die Anzahl der Prothesen differenziert nach ihrer Beobachtungsdauer. Aus Gründen der Übersicht wurden alle Prothesen mit einem Beobachtungszeitraum von mehr als zehn Jahren zusammengefasst.

Tabelle 5.1: Anzahl der Prothesen differenziert nach ihrer Beobachtungsdauer

Beobachtungszeit *	Anzahl der Prothesen
1	191
2	100
3	88
4	69
5	59
6	48
7	43
8	39
9	30
≥10	92
Gesamt	759

(* = Angabe in Jahren)

5.1.8 Nachsorge

Von den 759 nachuntersuchten Prothesen konnten zur Beurteilung der Teilnahme am Nachsorgeprogramm nur 568 Prothesen berücksichtigt werden, da in 191 Fällen die Nachbeobachtungszeit weniger als ein Jahr dauerte.

328 der 568 Prothesen (57,7%) wurden jährlich nachuntersucht, eine unregelmäßige Nachsorge erfolgte bei 240 der beurteilbaren Prothesen (42,3%).

5.2 Überlebenszeit der Prothese

Die Überlebenszeit der Prothese wurde definiert durch ihre Funktionsperiode. Das Eingliedern einer neuen Doppelkronen-Prothese, die Extraktion des letzten Pfeilerzahns und somit Umfunktionierung in eine Totalprothese oder die Dekapitierung des letzten Pfeilers und Versorgung des so gekürzten Zahnes mit einem Druckknopfanker wurden als Zielereignis festgelegt. Bei 113 Prothesen (14,8%) trat dieses Ereignis während des Beobachtungszeitraums auf. In 57 Fällen wurde eine neue Doppelkronen-Prothese hergestellt, 21-mal erfolgte eine Umfunktionierung in eine Totalprothese und in 27 Fällen wurde der letzte Pfeiler dekapitiert und mit einem Druckknopfanker versorgt. Viermal wurde aufgrund von technischen Fehlern die Suprakonstruktion neu hergestellt und dreimal wurde eine Interimsversorgung eingesetzt, um eine Implantatbehandlung anzuschließen. Ein Patient konnte den Sublingualbügel seiner Unterkieferprothese nicht tolerieren und wurde stattdessen im Nachgang mit einer Anhängerbrücke versorgt. Eine neue Suprakonstruktion musste somit in 65 Fällen (57,5%) von insgesamt 113 hergestellt werden. In 42,5% der eingetretenen Zielereignisse konnte die Suprakonstruktion durch Umarbeitung erhalten werden.

Die 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen wurde nach 4,8 Jahren unterschritten. Nach 12,2 Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit bei 50%. Die mittlere Überlebenszeit betrug 12,9 Jahre (95%-Konfidenzintervall: 11,6 bis 14,2 Jahre). Nach fünf Jahren waren 88% der Prothesen noch in situ und die 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit betrug 64%.

Die kürzeste Funktionsperiode einer Prothese lag bei drei Monaten und zwölf Tagen. Diese auffallend kurze Überlebenszeit wurde bei einer Patientin in der 6. Lebensdekade beobachtet, deren Oberkieferprothese auf einem Pfeilerzahn abgestützt war.

Die Kaplan-Meier-Kurve für das Überleben der Prothesen zeigt Abbildung 5.7.

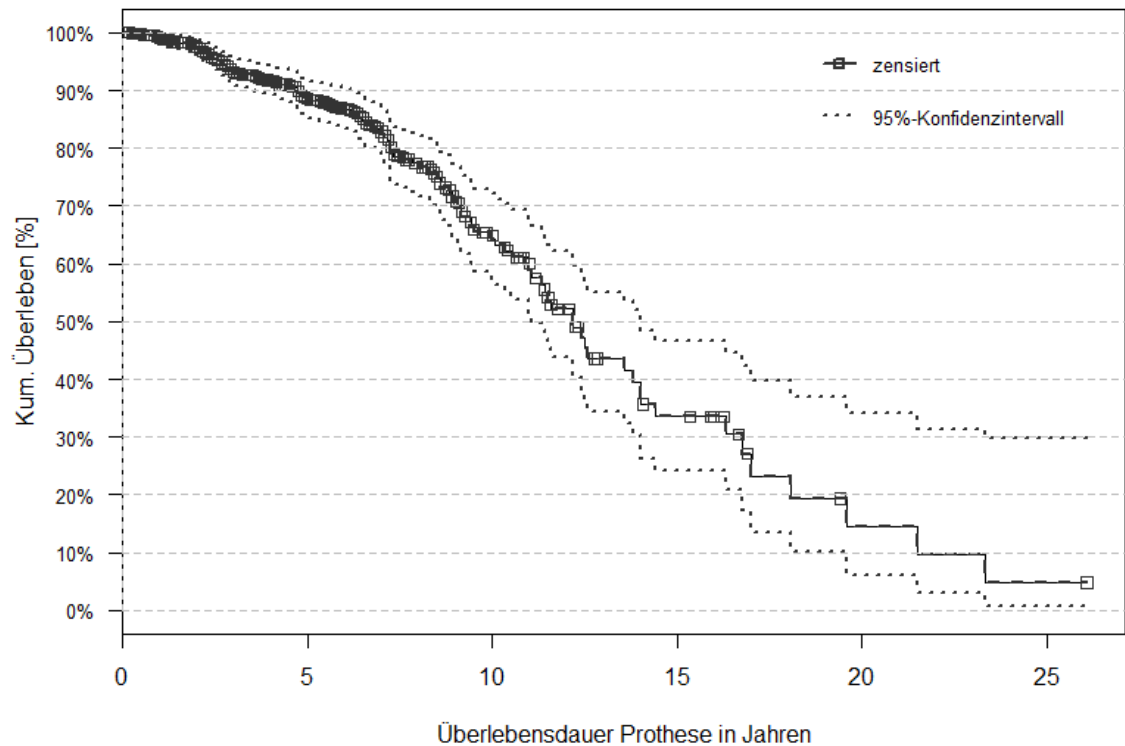


Abbildung 5.7: Kaplan-Meier-Kurve der Prothesen insgesamt; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)

In Tabelle 1 des Anhangs (Kapitel 10.1) ist eine Aufstellung der Prothesen und untersuchten Parameter mit allen ermittelten Überlebensdaten einzusehen.

5.2.1 Alter des Patienten

Einen signifikanten Einfluss (Log-Rank-Test: $p = 0,015$) auf das Überleben der Prothese hatte das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung. Patienten über 80 Jahre hatten mit $7,9 \pm 0,6$ Jahren den niedrigsten Wert. Bei 70- bis 79-Jährigen hatten die eingegliederten Prothesen eine mittlere Überlebenszeit von $9,5 \pm 0,5$ Jahren. In der sechsten Lebensdekade war der Mittelwert $11,2 \pm 0,5$ Jahre, bei unter 50 Jahre alten Patienten lag er bei $12,5 \pm 1,0$ Jahren. Mit dem Wert von $16,5 \pm 1,5$ Jahren zeigten Prothesen bei 50 - 59 Jahre alten Patienten die längste mittlere Überlebenszeit (Tabelle 5.2).

Tabelle 5.2: Mittlere Überlebenszeit (ÜZ) der Prothesen differenziert nach Patientenalter

Altersklasse *	Mittlere ÜZ *	Standardabweichung *
Unter 50	12,5	1,0
50 - 59	16,6	1,6
60 - 69	11,2	0,5
70 - 79	9,5	0,5
Über 80	7,9	0,6
Gesamt	12,9	0,7

(* = Angaben in Jahren)

Eine **90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** der Prothesen war gegeben:

- bei unter 50-Jährigen: nach 7,3 Jahren
- bei 50 - 59-Jährigen: nach 6,5 Jahren
- bei 60 - 69-Jährigen: nach 4,7 Jahren
- bei 70 - 79-Jährigen: nach 3,4 Jahren
- bei über 80-Jährigen: nach 1,3 Jahren

Eine **50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben:

- bei unter 50-Jährigen: nach 12,3 Jahren
- bei 50 - 59-Jährigen: nach 19,4 Jahren
- bei 60 - 69-Jährigen: nach 11,0 Jahren
- bei 70 - 79-Jährigen: nach 9,2 Jahren
- bei über 80-Jährigen: nicht unterschritten

Die **5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug bei:

- unter 50-Jährigen: 97%
- 50 - 59-Jährigen: 93%
- 60 - 90-Jährigen: 88%
- 70 - 79-Jährigen: 82%
- über 80-Jährigen: 81%

Die **10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug bei:

- unter 50-Jährigen: 65%
- 50 – 59-Jährigen: 76%
- 60 – 69-Jährigen: 57%
- 70 – 79-Jährigen: 64%
- über 80-Jährigen: nicht erreicht

Es ist festzustellen, dass die Überlebenszeit der Prothese (Abbildung 5.8) mit zunehmendem Alter abnahm. Eine Ausnahme war, dass die Prothesen von Patienten im Alter von 50 - 59 Jahren auf lange Sicht eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwiesen als diese von unter 50-Jährigen.

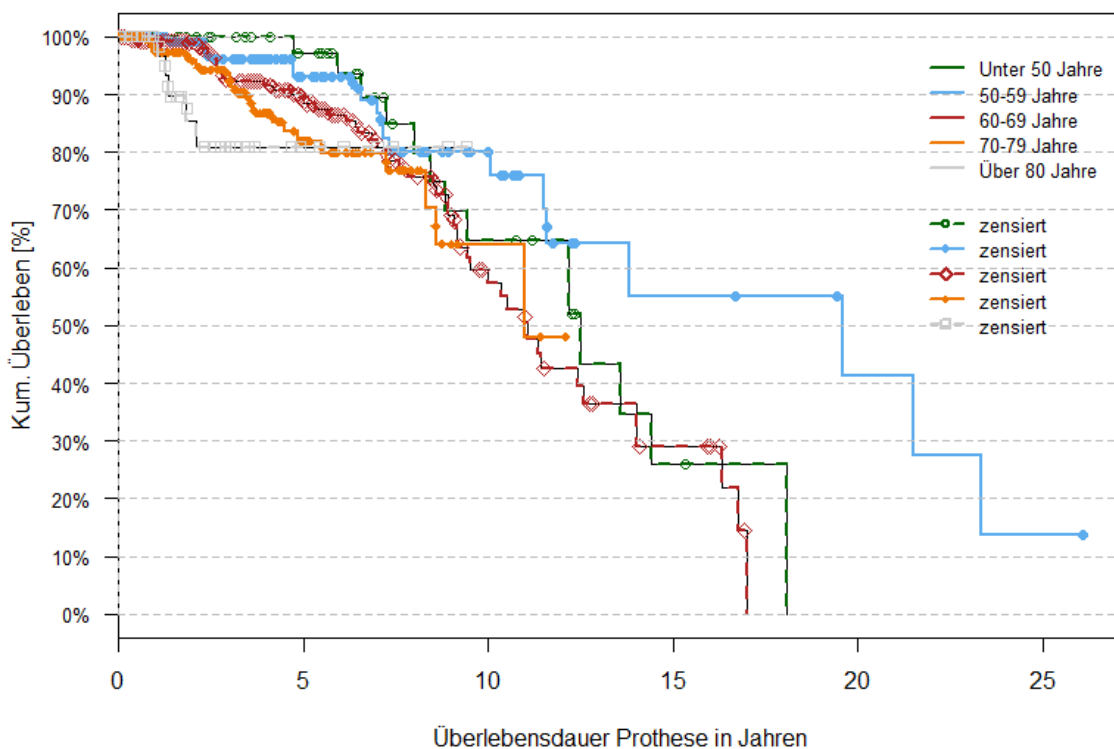


Abbildung 5.8: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Altersklassen; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)

5.2.2 Pfeileranzahl

Ein ebenfalls signifikanter Einfluss (Log-Rank-Test: $p < 0,001$) auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothese wurde für die Pfeileranzahl festgestellt. Prothesen mit nur einem Pfeilerzahn hatten mit $7,8 \pm 0,6$ Jahren die niedrigste Erwartung. Auf zwei Zähnen abgestützte Prothesen überlebten im Mittel $12,1 \pm 0,8$ Jahre, bei drei Pfeilerzähnen war ein Anstieg auf $14,0 \pm 1,1$ Jahre zu beobachten. Die höchste mittlere Überlebenszeit von $13,4 \pm 0,9$ Jahren zeigten Prothesen mit vier oder mehr Pfeilern (Tabelle 5.3).

Tabelle 5.3: Mittlere Überlebenszeit (ÜZ) der Prothesen differenziert nach Pfeileranzahl

Pfeileranzahl	Mittlere ÜZ*	Standardabweichung*
1	7,8	0,6
2	12,1	0,8
3	14,0	1,1
≥4	13,4	0,9
Gesamt	12,9	0,7

(* = Angaben in Jahren)

Eine **90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben bei:

- 1 Pfeiler: nach 1,9 Jahren
- 2 Pfeiler: nach 4,9 Jahren
- 3 Pfeiler: nach 5,9 Jahren
- 4 oder mehr Pfeiler: nach 8,0 Jahren

Die **50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben bei:

- 1 Pfeiler: nach 7,3 Jahren
- 2 Pfeiler: nach 12,5 Jahren
- 3 Pfeiler: nach 12,4 Jahren
- 4 oder mehr Pfeiler: nach 13,8 Jahren

Die **5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug:

- 1 Pfeiler: 66%
- 2 Pfeiler: 88%
- 3 Pfeiler: 92%
- 4 oder mehr Pfeiler: 97%

Die **10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** lag bei:

- 1 Pfeiler: 41%
- 2 Pfeiler: 58%
- 3 Pfeiler: 71%
- 4 oder mehr Pfeiler: 78%

Es ist somit festzustellen, dass die Überlebenszeit der Prothese (Abbildung 5.9) mit zunehmender Pfeilerzahl zunahm.

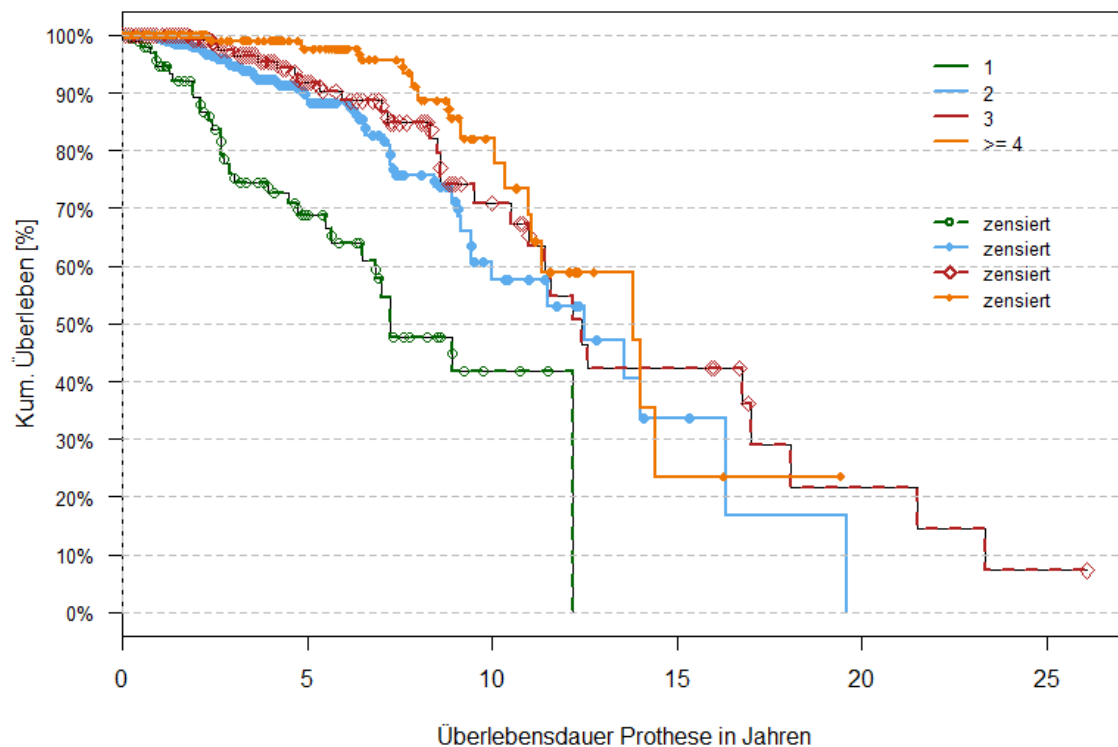


Abbildung 5.9: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Pfeileranzahl; Zielergebnis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)

5.2.3 Geschlecht des Patienten

Für das Geschlecht des Patienten konnte kein signifikanter Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothese (Abbildung 5.10) nachgewiesen werden.

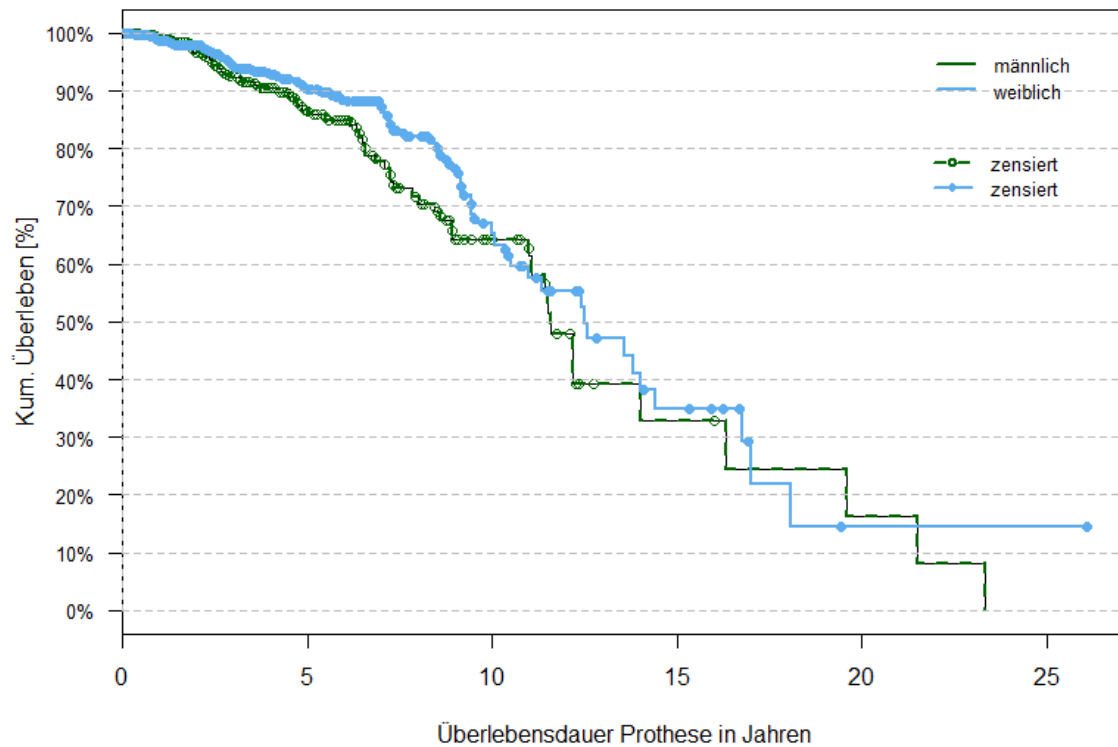


Abbildung 5.10: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Geschlecht der Patienten; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)

5.2.4 Kieferlokalisation der Prothese

Auch für die Kieferlokalisation der Prothese konnte kein signifikanter Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothese (Abbildung 5.11) nachgewiesen werden.

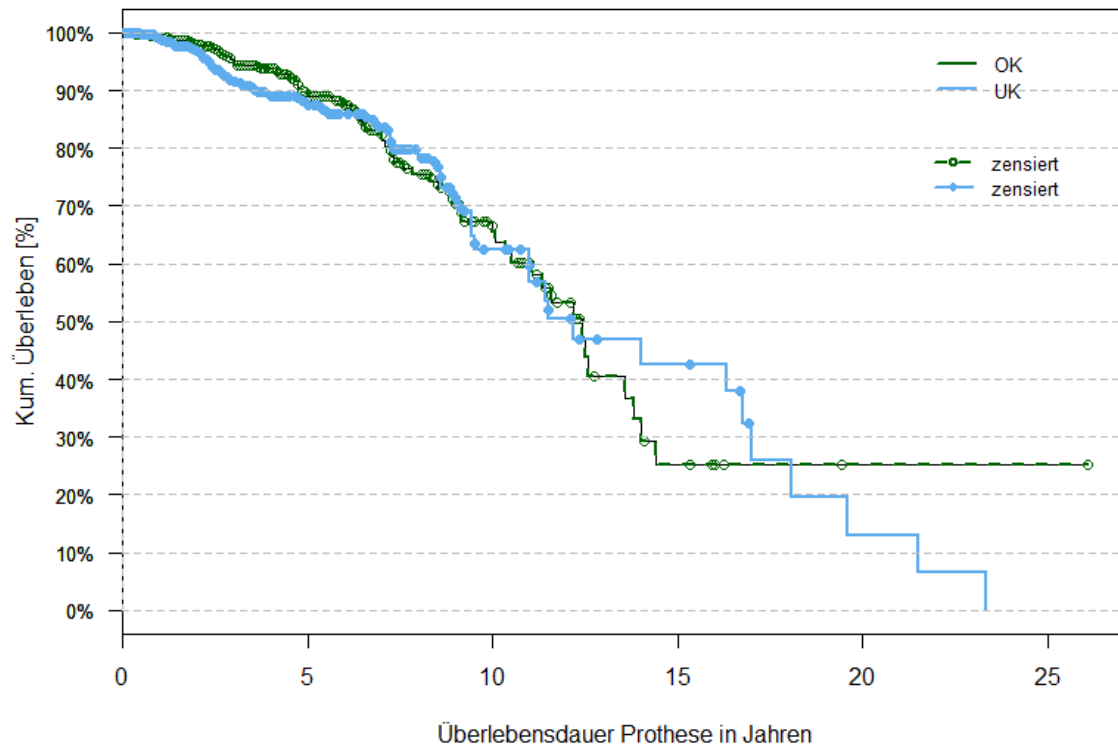


Abbildung 5.11: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Kieferlokalisation der Prothese (OK = Oberkiefer, UK = Unterkiefer); Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)

5.3 Überlebenszeit der Pfeilerzähne

Als Zielereignis für die Überlebenszeit der Pfeiler (Abbildung 5.12) wurde die Extraktion definiert. Während des Untersuchungszeitraums wurden insgesamt 161 Pfeilerzähne (7,5%) extrahiert. Sie verteilten sich auf 75 Prothesen. Am häufigsten war der Extraktionsgrund parodontalen Ursprungs (53,6%), gefolgt von Pfeilerfrakturen (24,7%) und Karies (11,3%). Der Extraktionsgrund konnte jedoch nur in 60,2% der Fälle eruiert werden, da er sonst aus den Patientenakten nicht ersichtlich war.

Nach 5,9 Jahren lag die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne bei 90%. Die 50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit wurde während des Beobachtungszeitraums nicht unterschritten. Die mittlere Überlebenswahrscheinlichkeit betrug 20,1 Jahre (95%-Konfidenzintervall: 18 - 21,4 Jahre). Nach fünf Jahren waren 92% der Pfeilerzähne noch in situ, die 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit lag bei 80%.

Die kürzeste Überlebenszeit eines Pfeilers lag bei einem Monat und drei Tagen. Diese auffallend kurze Funktionsperiode wurde bei einem vitalen Unterkieferfrontzahn einer Patientin in der 6. Lebensdekade beobachtet.

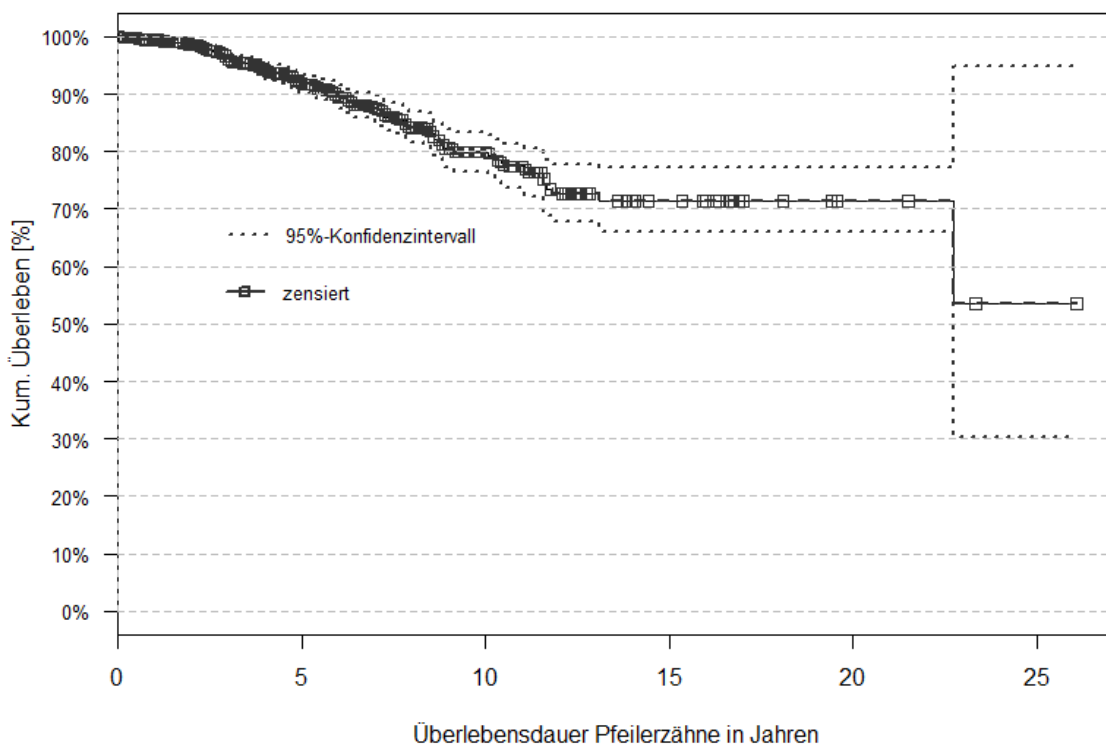


Abbildung 5.12: Kaplan-Meier-Kurve der Pfeiler insgesamt; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

In Tabelle 2 des Anhangs (Kapitel 10.1) ist in eine Aufstellung der Pfeilerzähne und untersuchter Parameter mit allen ermittelten Überlebensdaten einzusehen.

5.3.1 Alter des Patienten

Auch auf die Überlebenszeit der Pfeiler übte das Patientenalter einen signifikanten Einfluss aus (Log-Rank-Test: $p = 0,003$). Pfeiler bei über 80 Jahre alten Patienten hatten mit $7,4 \pm 1,2$ Jahren den niedrigsten Überlebenswert. Pfeilerzähne von 70- bis 79-Jährigen hatten eine mittlere Überlebenszeit von $10,8 \pm 0,5$ Jahren. In der sechsten Lebensdekade lag der Mittelwert bei $14,1 \pm 0,3$ Jahren, bei unter 50 Jahre alten Patienten lag dieser bei $14,8 \pm 0,6$ Jahren. Mit $20,4 \pm 0,4$ Jahren verfügten Pfeiler bei 50 - 59 Jahre alten Patienten über die längste mittlere Überlebenszeit (Tabelle 5.4).

Tabelle 5.4: Mittlere Überlebenszeit (ÜZ) der Pfeiler differenziert nach Patientenalter

Altersklasse *	Mittlere ÜZ *	Standardabweichung *
Unter 50	14,8	0,6
50 - 59	20,4	0,4
60 - 69	14,1	0,3
70 - 79	10,8	0,5
Über 80	7,4	1,2
Gesamt	20,1	0,7

(* = Angaben in Jahren)

Eine **90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben bei:

- Unter 50-Jährigen: nach 5,3 Jahren
- 50 - 59-Jährigen: nach 6,8 Jahren
- 60 - 69-Jährigen: nach 6,1 Jahren
- 70 - 79-Jährigen: nach 6,4 Jahren
- über 80-Jährige: nach 2,4 Jahren

Die **50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** der Pfeilerzähne wurde für keine der Gruppen während des Beobachtungszeitraums unterschritten.

Die **5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug:

- Unter 50-Jährige: 93%
- 50 - 59-Jährige: 92%
- 60 - 90-Jährige: 91%
- 70 - 79-Jährige: 93%
- über 80-Jährige: 73%

Die **10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug:

- Unter 50-Jährige: 72%
- 50 - 59-Jährige: 82%
- 60 - 69-Jährige: 80%
- 70 - 79-Jährige: 77%
- über 80-Jährige: 63%

Es ist festzustellen, dass die Überlebenszeit der Pfeiler (Abbildung 5.13) mit zunehmendem Alter des Patienten abnahm. Eine Ausnahme war, dass bei 50 - 59-jährigen Patienten die Pfeiler auf lange Sicht eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit aufwiesen als bei unter 50-Jährigen.

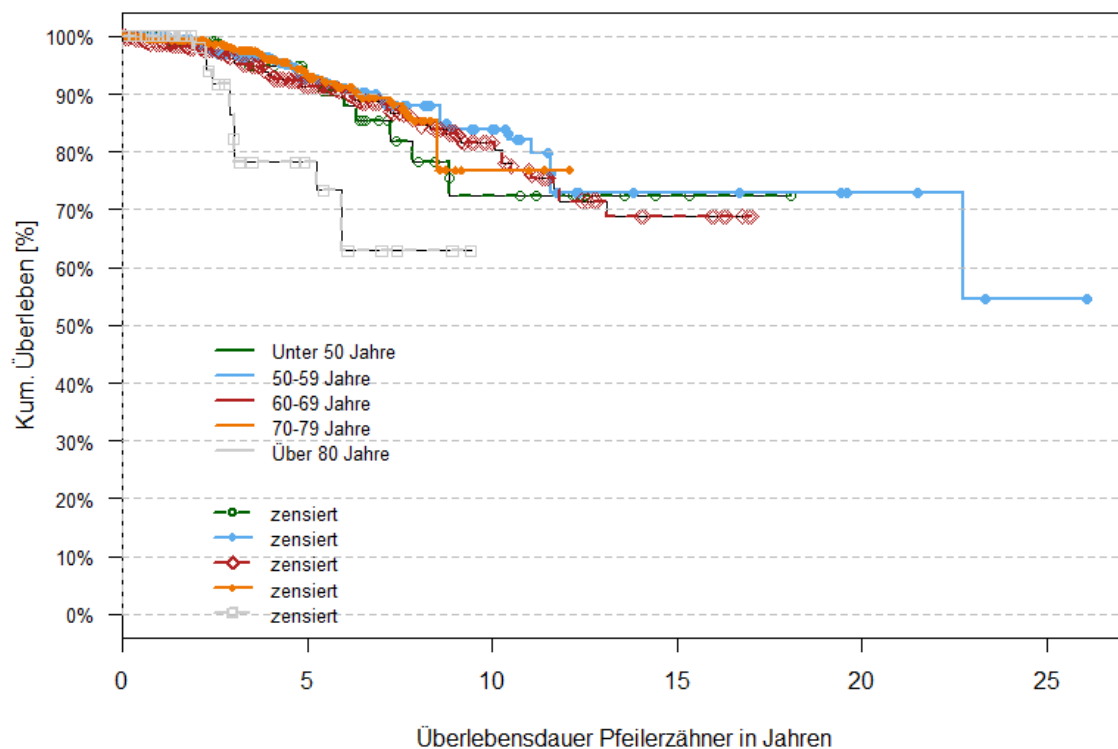


Abbildung 5.13: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Altersklassen; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.3.2 Pfeileranzahl

Ebenfalls wurde ein signifikanter Einfluss der Pfeileranzahl auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeiler festgestellt (Log-Rank-Test: $p < 0,001$). Alleinstehende Pfeilerzähne zeigten mit $9,9 \pm 0,6$ Jahren die niedrigste Überlebenszeit. Pfeiler von auf zwei Zähnen abgestützte Prothesen überlebten im Mittel $14,6 \pm 0,7$ Jahre, bei drei Pfeilerzähnen war ein Anstieg auf $19,1 \pm 0,5$ Jahre zu beobachten. Die höchste mittlere Überlebenszeit von $17,4 \pm 0,3$ Jahren zeigten Pfeiler von Prothesen mit Abstützung auf vier oder mehr Zähnen (Tabelle 5.5).

Tabelle 5.5: Mittlere Überlebenszeit (ÜZ) der Pfeiler differenziert nach Pfeileranzahl

Pfeileranzahl	Mittlere ÜZ *	Standardabweichung *
1	9,9	0,6
2	14,6	0,7
3	19,1	0,9
≥ 4	17,4	0,3
Gesamt	20,1	0,7

(* = Angaben in Jahren)

Eine **90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben bei:

- 1 Pfeiler: 3,0 Jahre
- 2 Pfeiler: 4,5 Jahre
- 3 Pfeiler: 4,8 Jahre
- 4 oder mehr Pfeiler: 8,8 Jahre

Die **50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** lag bei

- 1 Pfeiler: nicht unterschritten
- 2 Pfeiler: nicht unterschritten
- 3 Pfeiler: 22,8 Jahre
- 4 oder mehr Pfeiler: nicht unterschritten

Die **5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug:

- 1 Pfeiler: 85%
- 2 Pfeiler: 88%
- 3 Pfeiler: 89%
- 4 oder mehr Pfeiler: 96%

Die **10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** lag bei:

- 1 Pfeiler: 68%
- 2 Pfeiler: 72%
- 3 Pfeiler: 77%
- 4 oder mehr Pfeiler: 87%

Es ist festzustellen, dass die Überlebenszeit der Pfeiler (Abbildung 5.14) mit zunehmender Pfeilerzahl zunahm.

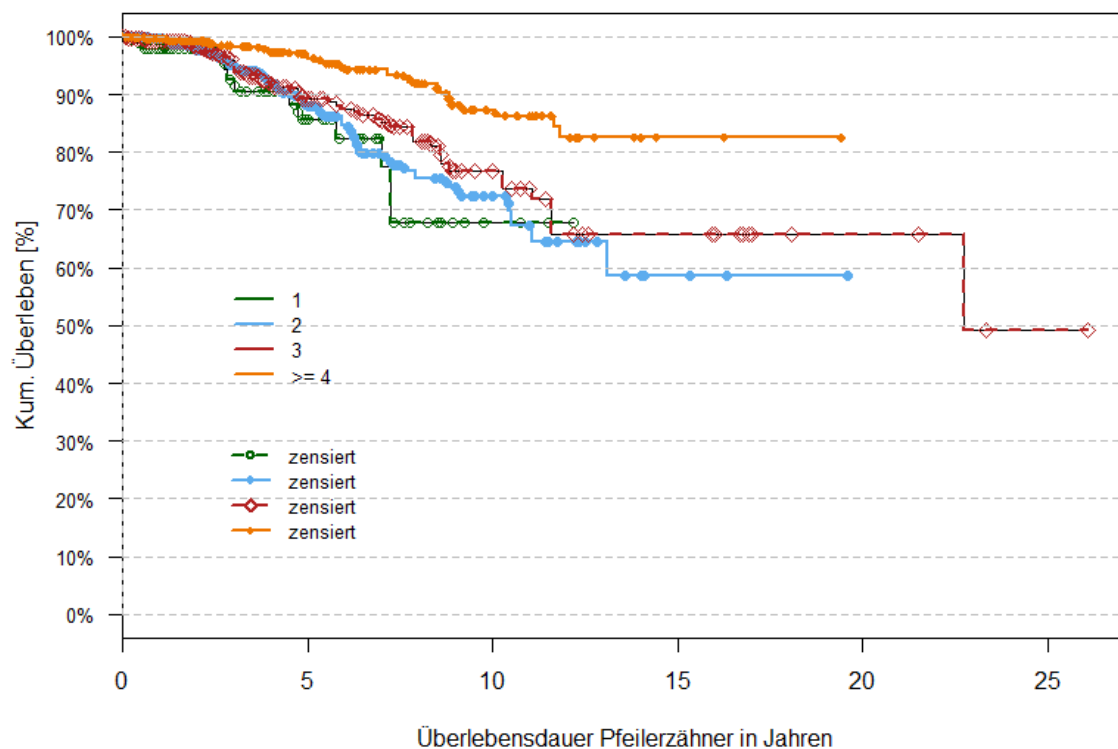


Abbildung 5.14: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Anzahl der Pfeiler; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.3.3 Geschlecht des Patienten

Für das Geschlecht des Patienten wurde kein signifikanter Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne (Abbildung 5.15) nachgewiesen.

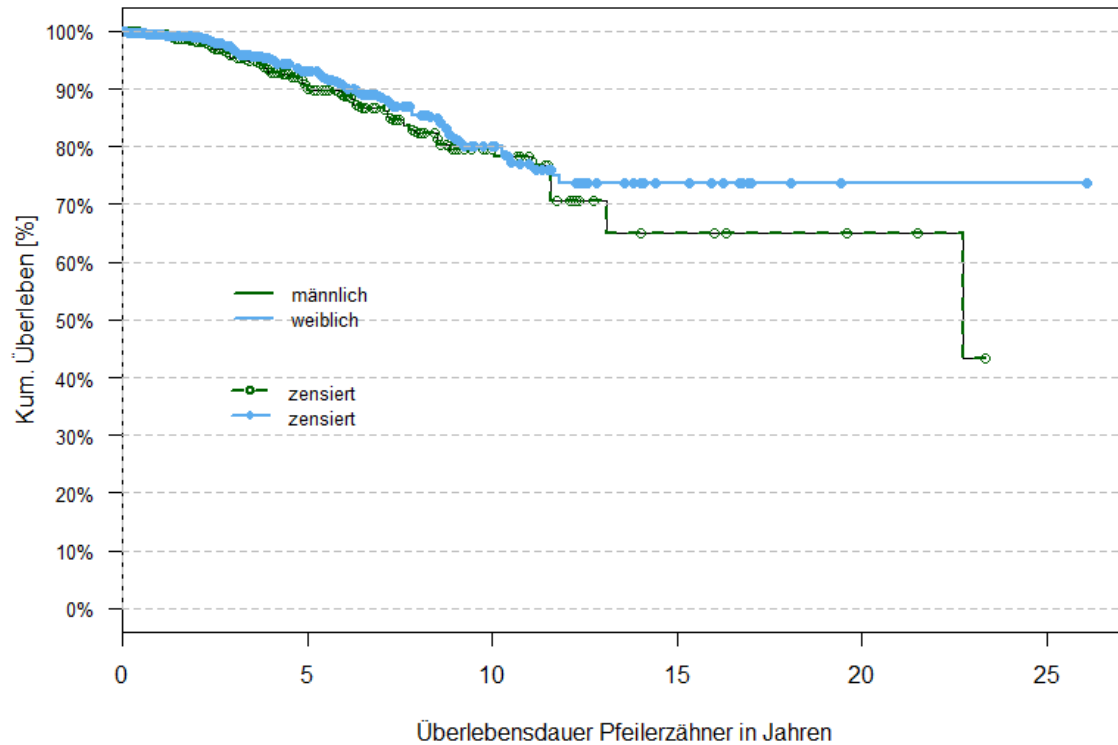


Abbildung 5.15: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Geschlecht; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.3.4 Kieferlokalisation der Prothese

Die Kieferlokalisation der Prothese hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne (Abbildung 5.16).

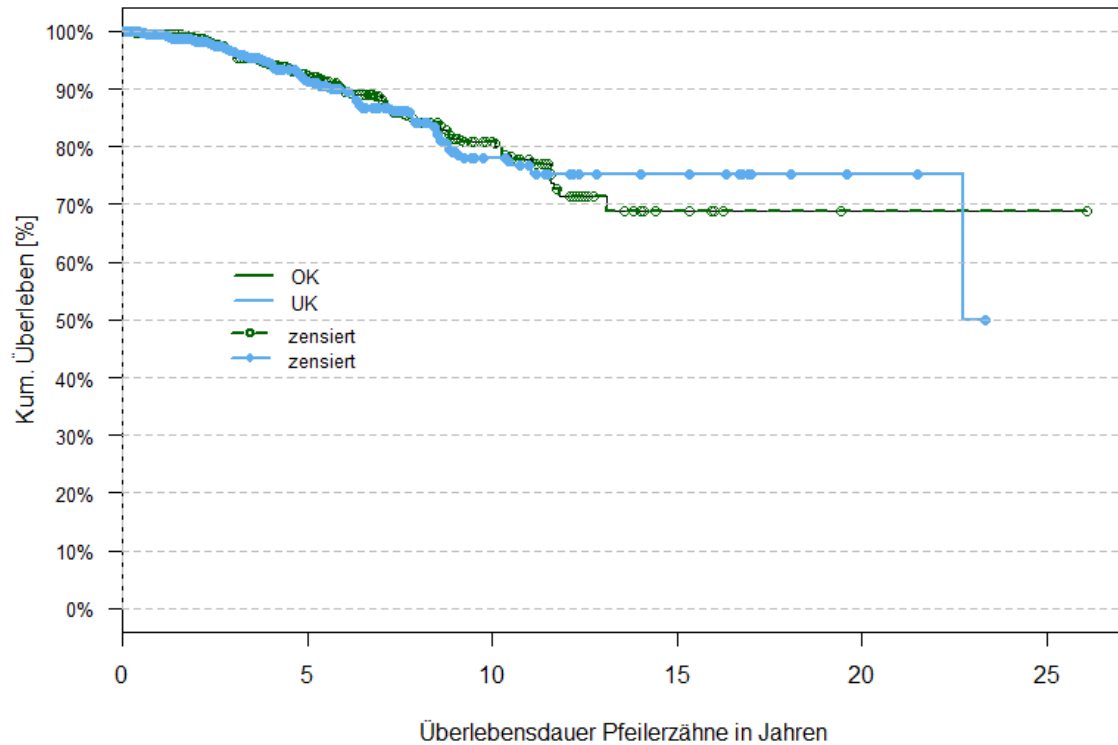


Abbildung 5.16: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeilerzähne differenziert nach Kieferlokalisation (OK = Oberkiefer; UK = Unterkiefer); Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.3.5 Topografie der Pfeilerzähne

Für die topografischen Zahngruppen konnte ebenfalls kein statistisch signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit nachgewiesen werden (Abbildung 5.17).

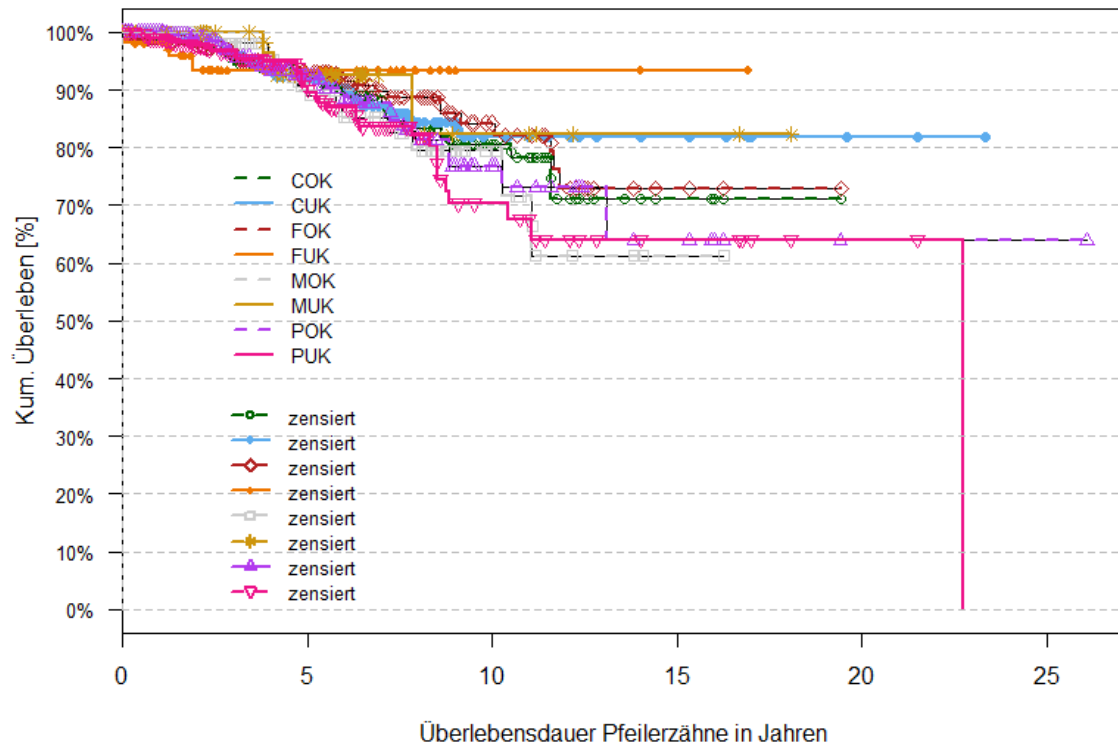


Abbildung 5.17 Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach topografischen Zahngruppen (COK = Oberkieferreckzahn; CUK = Unterkieferreckzahn; FOK = Oberkieferfrontzahn; FUK = Unterkieferfrontzahn; POK = Oberkieferprämolar, PUK = Unterkieferprämolar; MOK = Oberkiefermolar; MUK = Unterkiefermolar); Zielergebnis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.3.6 Endodontischer Zustand der Pfeilerzähne

Auch wenn der endodontische Zustand der Pfeilerzähne nur in 74,1% der Zähne bekannt war, konnte für diesen Parameter ein signifikanter Einfluss (Log-Rank-Test: $p < 0,001$) auf das Überleben der Pfeiler festgestellt werden. Endodontisch unbehandelte Pfeiler hatten eine mittlere Überlebensdauer von $19,7 \pm 0,5$ Jahren, stiftarmierte Pfeiler überlebten im Mittel $16,5 \pm 1,3$ Jahre. Wurzelgefüllte Zähne wiesen eine mittlere Überlebensdauer von $10,9 \pm 1,1$ Jahren auf. Zähne mit unbekanntem endodontischen Zustand überlebten im Mittel $17,1 \pm 0,8$ Jahre (Tabelle 5.6).

Tabelle 5.6: Mittlere Überlebenszeit (ÜZ) der Pfeiler differenziert nach endodontischem Zustand

Endodontischer Zustand	Mittlere ÜZ *	Standardabweichung *
unbehandelt	19,7	0,5
stiftarmiert	16,5	1,3
wurzelgefüllt	10,9	1,1
nicht bekannt	17,1	0,8
Gesamt	20,1	0,7

(* = Angaben in Jahren)

Eine **90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** war gegeben bei:

- endodontisch unbehandelt: 7,3 Jahre
- stiftarmiert: 4,0 Jahre
- wurzelgefüllt: 4,2 Jahre,
- nicht bekannt: 4,8 Jahre

Die **50%ige Überlebenswahrscheinlichkeit** wurde in keiner der Gruppen unterschritten.

Die **5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** betrug:

- endodontisch unbehandelt: 94%,
- stiftarmiert: 86%,
- wurzelgefüllt: 90%,
- nicht bekannt.: 88%

Die **10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit** lag bei:

- endodontisch unbehandelt: 86%,
- stiftarmiert: 72%,
- wurzelgefüllt: 77%,
- nicht bekannt: 65%

Es ist festzustellen, dass die Überlebenszeit der Pfeiler (Abbildung 5.18) für endodontisch unbehandelte Pfeilerzähne am höchsten war.

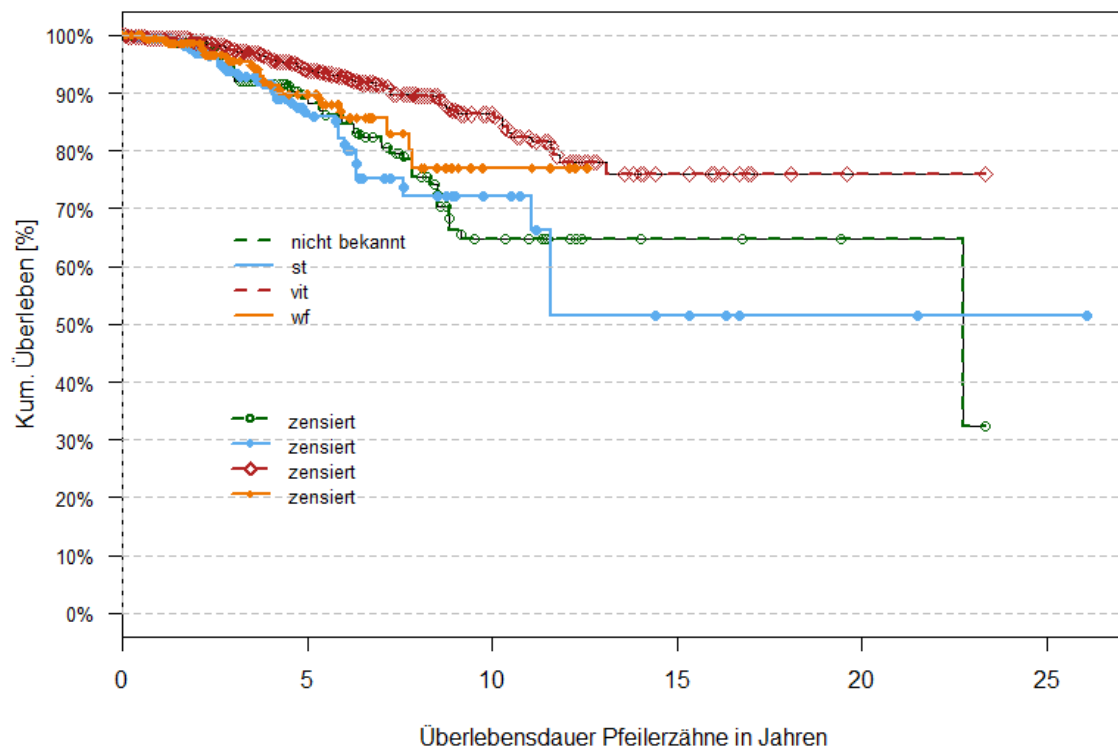


Abbildung 5.18: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach endodontischem Zustand (st = stiftarmiert; vit = endodontisch unbehandelt, wf = wurzelgefüllt); Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)

5.4 Cox-Regression

5.4.1 Überleben der Prothesen

Auch die Cox-Regressionen, welche den Einfluss unabhängiger Variablen auf die Überlebenszeit schätzen, zeigten, dass die beiden Parameter Pfeileranzahl und Alter des Patienten die Überlebenszeit der Prothesen signifikant beeinflussten (Tabelle 5.7). Die jeweilige Referenzkategorie war bei der Pfeileranzahl „ein Pfeiler“, beim Geschlecht „männlich“, bei den Altersklassen „unter 50“ und bei der Kieferlokalisation „Oberkiefer“.

Tabelle 5.7: Ergebnisse der Cox-Regression für die Prothesen (* = Referenzkategorie)

Variable	Anzahl	Hazard Ratio	95% - Konfidenzintervall		Signifikanz (p - Wert)
Pfeileranzahl					
1 *	120				0,01
2	252	0,4	0,2	0,6	
3	208	0,3	0,2	0,5	
≥4	179	0,2	0,1	0,4	

Geschlecht					
männlich *	379				0,51
weiblich	380	0,9	0,6	1,3	

Altersklassen					
Unter 50 *	71				0,041
50-59	176	0,7	0,4	1,6	
60-69	274	1,4	0,8	2,6	
70-79	191	1,8	0,9	3,6	
Über 80	47	2,6	0,9	7,6	

Kieferlokalisation					
Oberkiefer *	405				0,764
Unterkiefer	354	1,1	0,7	1,6	

5.4.2 Überleben der Pfeilerzähne

Für die Pfeilerzähne ergaben sich bei den Cox-Regressionen für das Geschlecht und Alter des Patienten signifikante Einflüsse auf das Überleben der Pfeilerzähne. Neu hinzu kamen hier die Parameter Zahngruppe mit der Referenzgruppe „OK Eckzahn“ und die Vitalität mit der Referenzgruppe „vital“. Für letztere wurde ebenfalls ein signifikanter Einfluss festgestellt (Tabelle 5.8).

Tabelle 5.8 Ergebnisse der Cox-Regression für die Pfeiler (* = Referenzkategorie; OK = Oberkiefer; UK = Unterkiefer)

	Anzahl	Hazard Ratio	95% - Konfidenzintervall		Signifikanz (p - Wert)
Pfeileranzahl					
1 *	120				0,001
2	503	0,9	0,5	1,7	
3	624	0,7	0,4	1,3	
≥4	898	0,2	0,1	0,5	
Geschlecht					
männlich *	1029				0,576
weiblich	1116	0,9	0,7	1,3	
Altersklassen					
Unter 50 *	198				0,026
50-59	520	0,8	0,4	1,3	
60-69	768	0,9	0,6	1,6	
70-79	537	0,8	0,4	1,4	
Über 80	122	2,5	1,2	5,2	
Zahngruppe					
OK Eckzahn *	441				0,24
UK Eckzahn	407	0,7	0,4	1,2	
OK Frontzahn	397	1,3	0,8	2,1	
UK Frontzahn	60	0,7	0,2	2,2	
OK Molar	159	1,5	0,8	2,8	
UK Molar	51	0,7	0,2	2,4	
OK Prämolare	297	1,3	0,8	2,2	
UK Prämolare	333	1,2	0,7	2,0	
Vitalität					
Vital *	1238				0,001
nicht bekannt	556	2,2	1,5	3,1	
Stift	168	2,2	1,3	3,5	
wurzelgefüllt	183	2,1	1,2	3,7	

5.5 Reparaturmaßnahmen

Bei den Reparaturmaßnahmen wurde differenziert zwischen Maßnahmen an der Prothese und Maßnahmen an den Pfeilerzähnen. Von den 759 in dieser Studie erfassten Prothesen wurde an 616 Prothesen (81,2%) mindestens eine Reparaturmaßnahme an der Prothese selbst oder an den jeweiligen Pfeilerzähnen durchgeführt.

5.5.1 Reparaturmaßnahmen an der Prothese

5.5.1.1 Gesamter Zeitraum:

Für 569 Prothesen (75,0%) war mindestens eine Reparaturmaßnahme während der Funktionsperiode nötig. Es sind an insgesamt 1942 Maßnahmen an den Prothesen durchgeführt worden, 696 davon (35,9%) lagen im ersten Monat.

Mit 43,1% ($n = 837$) war die häufigste Maßnahme die Entfernung von Druckstellen. Darauf folgten mit 17,8% ($n = 349$) okklusale Korrekturen und mit 12,9% ($n = 250$) indirekte Unterfütterungen. Das Austauschen eines TK-Snap-Halteelements machte 10,5% ($n = 203$) aller Reparaturmaßnahmen aus, gefolgt von der Bruchreparatur der Prothesenbasis (6,0%; $n = 117$) und der Wiederbefestigung oder Erneuerung eines Prothesenzahns (3,6%; $n = 70$). Die beiden seltensten Korrekturen mit jeweils 3,0% ($n = 58$) waren die direkte Unterfütterung und die Friktionsverringerng (Abbildung 5.19).

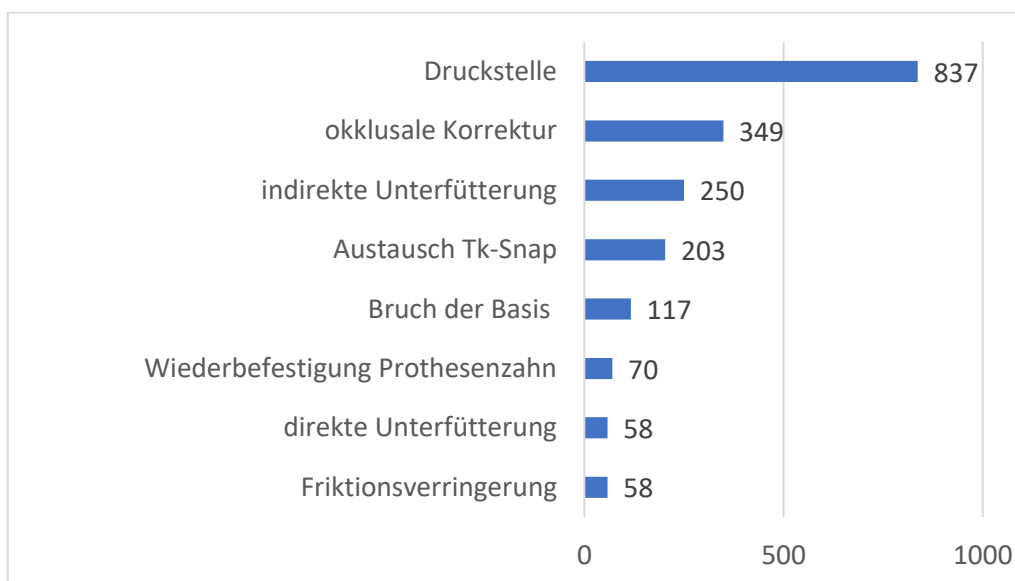


Abbildung 5.19: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese insgesamt ($n = 1942$)

5.5.1.2 Korrekturmaßnahmen im ersten Monat:

Werden lediglich die im ersten Monat durchgeführten Maßnahmen betrachtet, so stand auch hier die Druckstellenbeseitigung an erster Stelle, jedoch mit einem noch größeren Anteil von 63,5% ($n = 442$). Ihr folgten mit 19,7% ($n = 137$) okklusale Korrekturen und mit 8,9% ($n = 62$) das Austauschen eines TK-Snap-Halteelements. Alle anderen Reparaturmaßnahmen hatten im ersten Monat nur einen Anteil von weniger als 5% Prozent: Friktionsverringering (4,5%; $n = 31$), indirekte Unterfütterung (1,7%; $n = 12$), direkte Unterfütterung (1,0%; $n = 7$), Bruchreparatur der Basis (0,4%; $n = 3$) und Wiederbefestigung oder Erneuerung eines Prothesenzahns (0,3%; $n = 2$). Auffällig ist vor allem, dass indirekte Unterfütterungen viel seltener im ersten Monat erfolgten und Friktionsverringeringen viel öfter (Abbildung 5.20).

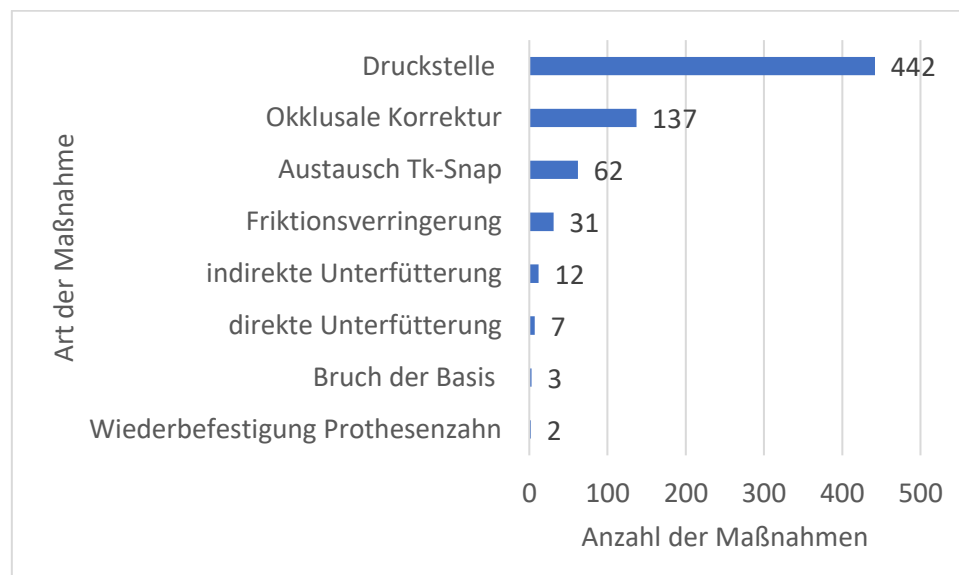


Abbildung 5.20: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese im ersten Monat ($n = 696$)

5.5.1.3 Korrekturmaßnahmen nach dem ersten Monat:

Auch im Zeitraum nach dem ersten Monat war das Entfernen von Druckstellen mit 31,7% ($n = 395$) die häufigste Reparaturmaßnahme an den Prothesen. An zweiter Stelle stand hier mit 19,1% ($n = 238$) die indirekte Unterfütterung, gefolgt von okklusalen Korrekturen (17,0%; $n = 212$) und dem Austausch eines TK-Snap-Halteelements (11,3%; $n = 141$). Am seltensten wurden mit 2,1% ($n = 27$) Friktionsverringeringen durchgeführt (Abbildung 5.21).

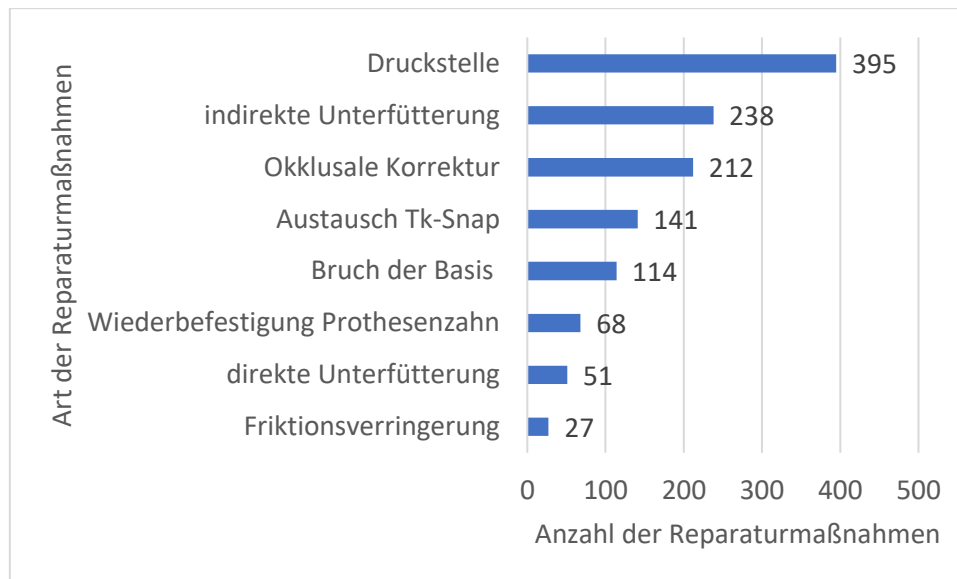


Abbildung 5.21: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese nach dem ersten Monat (n = 1246)

5.5.1.4 Vergleich des ersten Monats mit dem Zeitraum danach

Beim Vergleich der Reparaturmaßnahmen in beiden Zeiträumen wird erneut deutlich, dass einige Maßnahmen häufiger in den ersten 30 Tagen auftraten, andere gehäuft in dem Zeitraum danach. Die Friktionsverringern und Entfernung von Druckstellen fanden zu 53,4% und 52,8% im ersten Monat statt. Wiederbefestigungen oder Erneuerungen von Prothesenzähnen und Bruchreparaturen der Basis fanden zu jeweils ca. 97% in dem Zeitraum nach der Eingewöhnungsphase statt. Eine indirekte Unterfütterung wurde zu 95,2% in der Zeit nach dem ersten Monat durchgeführt, die direkte zu 87,9%. Auch das Austauschen eines TK-Snap-Halteelements und okklusale Korrekturen erfolgten nach der Eingewöhnungsphase mit 69,5% bzw. 60,7% häufiger als zeitnah nach dem Eingliedern (Abbildung 5.22).

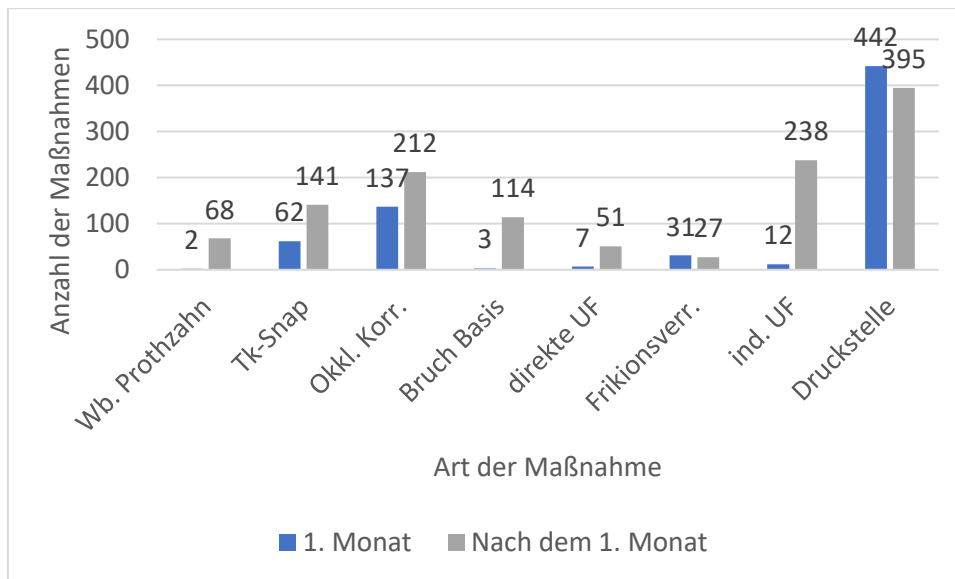


Abbildung 5.22: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen differenziert nach Zeitpunkt (n = 1942; Wb. Prothzahn = Wiederbefestigung eines Prothesenzahns; Okkl. Korrr. = Okklusale Korrektur; direkte UF = direkte Unterfütterung; Friktionsvert. = Friktionsverringern; ind. UF = indirekte Unterfütterung)

5.5.1.5 Reparaturmaßnahmen nach Kieferlokalisation

Ein signifikanter Unterschied für die Reparaturmaßnahmen an der Prothese differenziert nach Kieferlokalisation ergab sich für die Druckstellenentfernung. Sie fand signifikant häufiger im Unterkiefer als im Oberkiefer statt ($p < 0,001$ für den ersten Monat und $p < 0,003$ nach dem ersten Monat). Alle anderen Maßnahmen zeigten keinen Unterschied bezüglich der Kieferlokalisation.

5.5.1.6 Häufigkeit der einzelnen Maßnahmen

Druckstellen

Die insgesamt 837 Druckstellenbeseitigungen verteilten sich auf 391 Prothesen, sodass bei 51,5% der Prothesen eine Druckstelle entfernt wurde. Die größte Anzahl an entfernten Druckstellen pro Prothese war 32-mal, davon fanden sieben im ersten Monat und 25 nach dem ersten Monat statt.

Okklusale Korrekturen

Die 349 angefallenen okklusalen Korrekturen verteilten sich auf 218 Prothesen. Somit wurde diese Maßnahme an 28,7% der Prothesen durchgeführt. Die größte Anzahl an okklusalen Korrekturen pro Prothese war 11-mal. Zwei davon erfolgten im ersten Monat und neun in der Zeit nach dem ersten Monat.

Indirekte Unterfütterung

Die 250 indirekten Unterfütterungen verteilten sich auf 168 Prothesen. Es wurden somit 22,1% aller Prothesen während der Beobachtungszeit unterfüttert. Die größte Anzahl an Unterfütterungen pro Prothese war für zwei Prothesen fünfmal. In beiden Fällen erfolgten die Unterfütterungen nach der Eingewöhnungsphase.

Austausch eines TK-Snap-Halteelements

TK-Snap-Halteelemente wurden insgesamt 203-mal ausgetauscht. Die Maßnahme erfolgte an 17,7% aller Prothesen ($n = 134$). Die größte Anzahl an Austauschen pro Prothese war sechsmal. Sie fand einmal im ersten Monat und fünfmal in der Zeit danach statt.

Bruch der Basis

Die 117 Prothesenbasisbrüche verteilten sich auf 77 Prothesen. 10,1% der Prothesen erlitten mindestens einen Bruch. Die größte Anzahl an Brüchen pro Prothese war siebenmal, sie ereigneten sich alle nach dem ersten Monat.

Wiederbefestigung / Erneuerung eines Prothesenzahns

Die Wiederbefestigung eines Prothesenzahns erfolgte 70-mal, verteilt auf 48 Prothesen. Bei 6,3% der Prothesen musste somit ein Prothesenzahn wiederbefestigt werden. Die größte Anzahl an Wiederbefestigungen pro Prothese war siebenmal. Sie erfolgten alle in der Zeit nach dem ersten Monat.

Direkte Unterfütterung

Die 58 direkten Unterfütterungen verteilten sich auf 46 Prothesen. Bei 6,1% der Prothesen wurde somit mindestens eine direkte Unterfütterung durchgeführt. Die größte Anzahl an Unterfütterungen pro Prothese betrug fünfmal, wobei alle in der Zeit nach der Eingewöhnungsphase erfolgten.

Friktionsverringering

Eine Friktionsverringering wurde in 58 Fällen, verteilt auf 45 Prothesen, durchgeführt. 5,9% der Prothesen erfuhren somit mindestens eine Friktionsverringering. Die größte Anzahl an Friktionsverringeringen pro Prothese war viermal, in allen Fällen erfolgte die Maßnahme innerhalb des ersten Monats nach der Eingliederung.

5.5.2 Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen

5.5.2.1 Gesamter Zeitraum:

500 Pfeilerzähne (23,3%) benötigten mindestens eine Reparaturmaßnahme während der Funktionsperiode. Insgesamt wurden während des Beobachtungszeitraums 700 Maßnahmen an den Pfeilerzähnen durchgeführt, 70 davon (8,8%) im ersten Monat. Mit 32,4% ($n = 227$) war das Rezementieren gelöster Primärkronen die häufigste Maßnahme. Darauf folgten mit 28,4% ($n = 199$) die Reparatur gelöster Verblendungen und mit 19,1% ($n = 134$) die Behandlung von Pfeilerfrakturen. Die Dekapitierung eines Pfeilers und anschließende Versorgung mit einem Druckknopfanker machte 13,4% ($n = 94$) aller Reparaturmaßnahmen aus. In 4,1% der Fälle ($n = 29$) wurde ein Pfeilerzahn trepaniert. Die seltenste Maßnahme mit 2,4% ($n = 17$) war die Herstellung einer neuen Primärkrone (Abbildung 5.23).

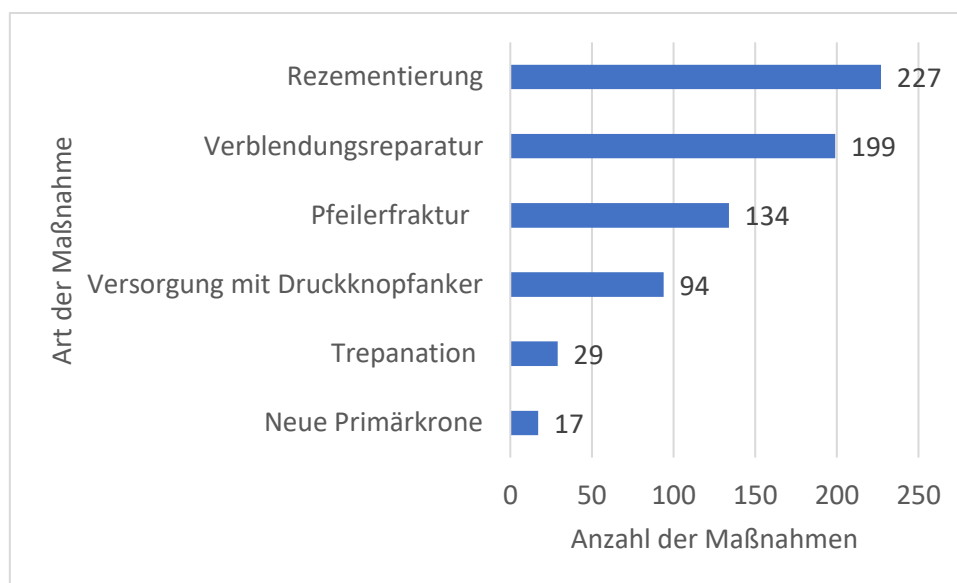


Abbildung 5.23: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen insgesamt ($n = 700$)

5.5.2.2 Korrekturmaßnahmen im ersten Monat:

Betrachtet man nur die Maßnahmen im ersten Monat, so stand auch hier die Rezementierung gelöster Primärkronen mit einem noch höheren Anteil von 68,6% ($n = 48$) an erster Stelle. Ihr folgten wieder die Reparatur gelöster Verblendungen und Behandlung frakturierter Pfeiler mit einem hier etwas geringeren Anteil von 20,0% bzw. 11,4%. Die Versorgung eines Pfeilers mit einem Druckknopfanker, Trepanation eines Pfeilerzahns oder Herstellung einer neuen Primärkrone erfolgten im ersten Monat nicht (Abbildung 5.24).

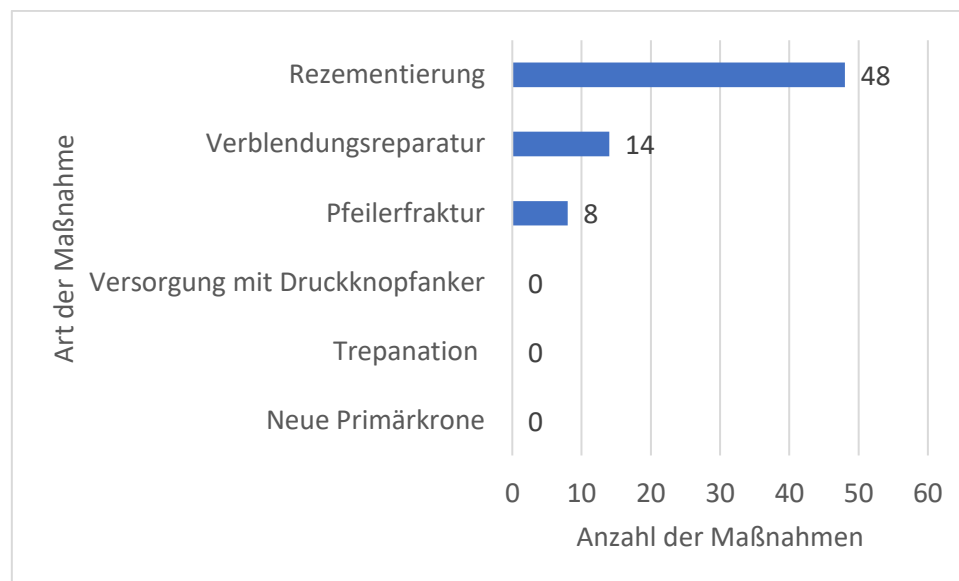


Abbildung 5.24: Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen während des ersten Monats ($n = 70$)

5.5.2.3 Korrekturmaßnahmen nach dem ersten Monat:

Im Zeitraum nach dem ersten Monat rückte die Rezementierung gelöster Primärkronen mit 28,4% ($n = 179$) auf den Platz der am zweithäufigsten durchgeführten Reparaturmaßnahmen während die Reparatur gelöster Verblendungen mit 29,4% ($n = 185$) am häufigsten anfiel. An dritter und vierter Stelle folgten die Versorgung frakturierter Pfeiler (20,0%; $n = 126$) und die Dekapitierung eines Pfeilers und anschließende Versorgung mit einem Druckknopfanker (14,9%; $n = 94$). Die Trepanation eines Pfeilers sowie die Herstellung einer neuen Primärkrone, welche beide ausschließlich nach dem ersten Monat notwendig waren, erfolgten zu Anteilen von 4,6% und 2,7% (Abbildung 5.25).

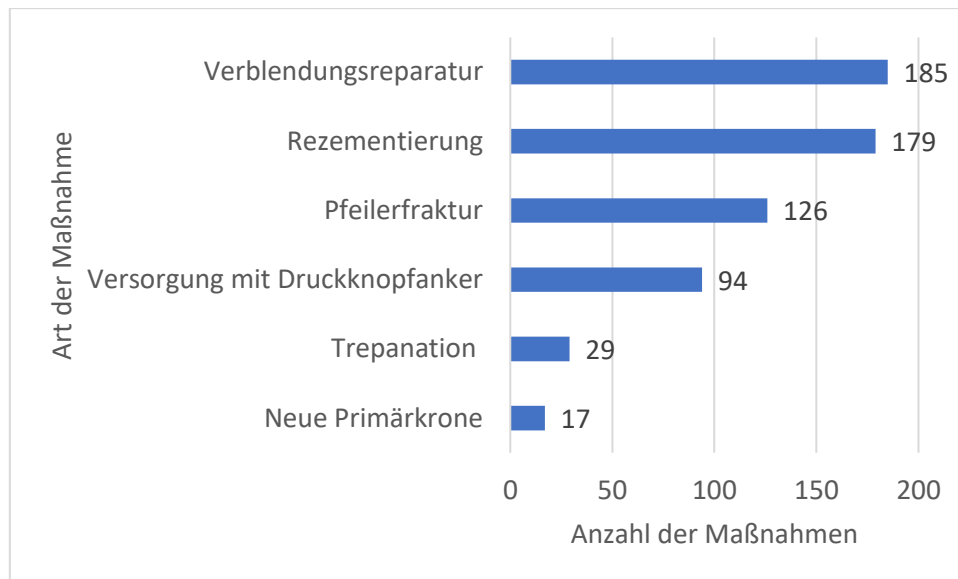


Abbildung 5.25: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen nach dem ersten Monat (n = 630)

5.5.2.4 Vergleich des ersten Monats mit dem Zeitraum danach

Vergleicht man die beiden Zeiträume miteinander, wird nochmals ersichtlich, dass ein deutlich höherer Anteil an Reparaturmaßnahmen (91,2%) im Zeitraum nach dem ersten Monat stattgefunden hat. Lediglich die Verblendungsreparatur, Rezementierung und Fraktur haben in geringem Maße im ersten Monat stattgefunden, alle anderen Maßnahmen traten erst später auf (Abbildung 5.26).

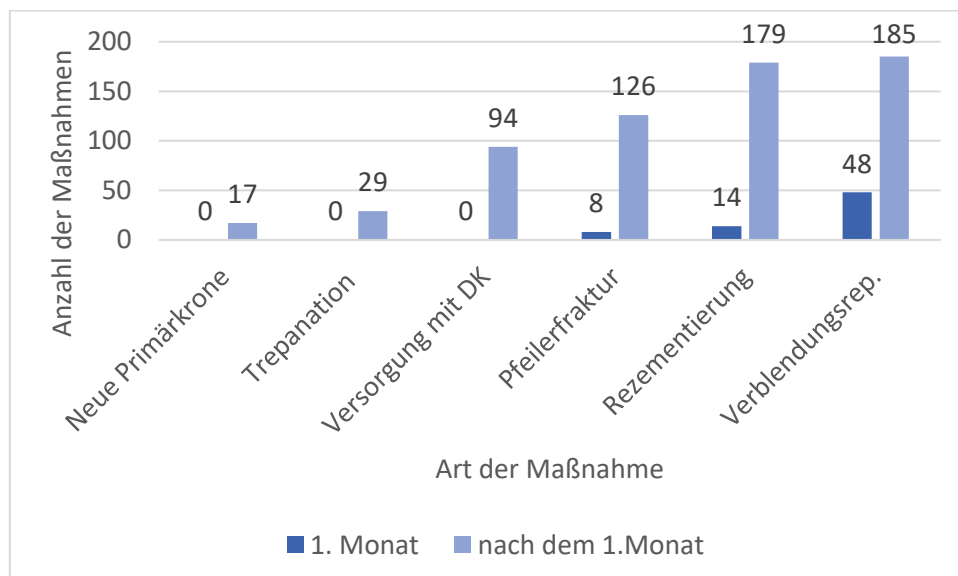


Abbildung 5.26: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen differenziert nach Zeitpunkt (n = 700; DK = Druckknopfanker; Verblendungsrep. = Verblendungsreparatur)

5.5.2.5 Reparaturmaßnahmen nach Zahngruppen

Die einzigen beiden Maßnahmen, für die ein signifikanter Unterschied (beide $p = 0,02$) zwischen den einzelnen Zahngruppen festgestellt werden konnte, waren die Pfeilerfraktur und die Dekapitierung und anschließende Versorgung eines Pfeilerzahns mit einem Druckknopfanker. Beide Maßnahmen waren bei Unterkiefer Eckzähnen am häufigsten und Unterkiefer Molaren am seltensten.

5.5.2.6 Reparaturmaßnahmen nach Geschlecht

Es konnte in dieser Studie kein Einfluss des Geschlechts auf Art, Anzahl und Häufigkeit der anfallenden Reparaturmaßnahmen ermittelt werden.

5.5.2.7 Frakturverhalten endodontisch behandelter Zähne

Der endodontische Zustand der Pfeiler hatte einen statistisch signifikanten Einfluss ($p = 0,047$) auf die Frakturnrate. Wurzelgefüllte Pfeilerzähne frakturierten am häufigsten, ihnen folgten stiftarmierte Pfeiler. Endodontisch unbehandelte Pfeilerzähne frakturierten am seltensten.

5.5.2.8 Häufigkeit einzelner Maßnahmen

Rezementierung gelöster Primärkronen

Die insgesamt 227 Rezementierungen verteilten sich auf 180 Pfeilerzähne und 140 Prothesen. 8,3% der Pfeilerzähne und 18,4% der Prothesen benötigten somit mindestens eine Rezementierung. Die größte Anzahl an durchgeführten Rezementierungen pro Pfeiler war sechsmal. Diese ereigneten sich alle in der Zeit nach der Eingewöhnungsphase.

Reparatur gelöster Verblendungen

Die insgesamt 199 Verblendungsreparaturen verteilten sich auf 127 Pfeilerzähne und auf 95 Prothesen. 9,2% der Pfeilerzähne und 12,5% der Prothesen benötigten somit mindestens eine Reparatur an der Verblendung. Die größte Anzahl an durchgeführten Verblendungsreparaturen pro Pfeiler betrug zehnmal. Sie fanden alle in der Zeit nach der Eingewöhnungsphase statt.

Fraktur eines Pfeilers

Die insgesamt 134 Pfeilerfrakturen verteilten sich auf 129 Pfeiler und 112 Prothesen. 6,2% der Pfeiler und 14,7% der Prothesen waren somit mindestens von einer Pfeilerfraktur betroffen. Die größte Anzahl an Frakturen pro Zahn war zweimal.

Dekapitierung eines Pfeilers und anschließende Versorgung mit einem Druckknopfanker

Die 94 Versorgungen der Pfeilerzähne mit Druckknopfankern verteilten sich auf 82 Prothesen. Eine Umwandlung der Primärkronen in einen Druckknopfanker erfolgte somit bei 4,3% der Pfeiler und 10,8% der Prothesen.

Trepanation

Die 29 während der Beobachtungsphase angefallenen Trepanationen von Pfeilerzähnen verteilten sich auf 20 Prothesen. Die Trepanation eines Pfeilerzahns wurde somit bei 1,3% der Pfeiler und 2,6% der Prothesen vorgenommen.

Herstellung einer neuen Primärkrone

Die 27 neu hergestellten Primärkronen verteilten sich auf 17 Prothesen. Somit wurde bei 1,2% der Pfeiler und 2,2% der Prothesen eine Primärkrone neu-angefertigt.

5.6 Zusammenfassung der Ergebnisse

In der vorliegenden Studie verloren während des Beobachtungszeitraums 113 von 759 Prothesen ihre Funktion und 116 der 2145 Pfeilerzähne wurden extrahiert. Nach fünf Jahren waren 88% der Prothesen und 92% der Pfeilerzähne noch in situ.

Als signifikante Einflussfaktoren auf das Überleben der Doppelkronen-Prothese wurden im Log-Rank-Test das Alter des Patienten sowie die Anzahl der verwendeten Pfeilerzähne festgestellt. Wenige Pfeiler sowie ein hohes Patientenalter senkten die Überlebenswahrscheinlichkeit. Auch in der multiplen Cox-Regression zeigten die eben genannten Parameter einen signifikanten Einfluss.

Auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Zähne zeigten ebenfalls das Patientenalter und die Pfeileranzahl sowie zusätzlich der endodontische Zustand der Pfeiler im Log-Rank-Test einen signifikanten Einfluss. Wie bereits für das Überleben der Prothese festgestellt, führten auch hier ein hohes Patientenalter und niedrige Pfeileranzahl zu einer geringeren Überlebenswahrscheinlichkeit. Bezüglich des endodontischen Zustands der Pfeiler war ein längeres Überleben der endodontisch unbehandelten Zähne im Vergleich zu wurzelgefüllten oder mit Wurzelstift versehenen Zähnen festzustellen. Auch hier zeigten die genannten Parameter einen signifikanten Einfluss in der multiplen Cox-Regression.

Insgesamt wurden an den Prothesen 1942 und an den Pfeilerzähnen 800 Reparaturmaßnahmen durchgeführt. Die häufigsten Maßnahmen an den Prothesen waren die Entfernung von Druckstellen und okklusale Korrekturen. An den Pfeilerzähnen erfolgten am häufigsten Rezementierungen und Reparaturen gelöster Verblendungen.

6 Diskussion

Das Ziel dieser retrospektiven Studie war es, die Überlebenszeit von auf Doppelkronen verankerten Prothesen sowie deren Pfeilerzähne zu untersuchen. Parameter, welche die Überlebenszeit beeinflussen könnten, wurden auf ihre Signifikanz untersucht. Außerdem sollten Art und Anzahl von in der Funktionsperiode durchgeführten Reparatur- bzw. Nachsorgemaßnahmen eruiert werden.

6.1 Methodenkritik

6.1.1 Allgemeine Daten

Die im Vergleich zu anderen Studien hohe Anzahl der in dieser Arbeit ausgewerteten Prothesen und Pfeilerzähne sowie die Beobachtungsdauer von bis zu 26 Jahren waren durchweg positiv zu bewerten. Die dadurch relativ große Anzahl an eingetretenen Zielereignissen ermöglichte eine gute Auswertbarkeit der Ergebnisse. Kritisch zu betrachten ist, dass auch Patienten mit kurzer Beobachtungszeit in die Auswertung miteinbezogen wurden, sodass sich eine mittlere Beobachtungsdauer von $4,2 \pm 4,0$ Jahren ergab. Da jedoch das Ziel dieser Arbeit unter anderem auch war, alle auf Doppelkronen verankerten Versorgungen der prothetischen Abteilung unabhängig von ihrer Beobachtungsdauer erstmalig nach 15 Jahren zu erfassen, ist dies als akzeptabel zu betrachten.

Alle Versorgungen wurden in den studentischen Behandlungskursen der prothetischen Abteilung unter Aufsicht erfahrener Behandler eingegliedert. Der Zahnersatz wurde im klinikeigenen Dentallabor oder anderen in dieser Technik geschulten Laboren hergestellt, sodass von einer vergleichbaren Qualität der einzelnen Versorgungen ausgegangen werden kann. Nichtsdestotrotz lässt sich nicht mit Sicherheit aussagen, ob die eingegliederten Doppelkronen-Prothesen wirklich alle Kriterien des „Marburger Doppelkronen“-Systems erfüllt hatten. Vor allem die Einhaltung der Spielpassung zwischen Primär- und Sekundärkrone ist im Vergleich zu anderen Doppelkronenarten eine besonders große technische Herausforderung. Dies wird im nächsten Unterkapitel (6.1.2) näher dargestellt. Außerdem ist an dieser Stelle zu erwähnen, dass vor dem Jahr 2000 alle in den klinischen Kursen eingegliederten Arbeiten von den Studenten selbst, wenn auch unter Aufsicht, hergestellt wurden.

Mit dem Eingliedern der prothetischen Doppelkronen-Arbeit wurde allen Patienten eine gezielte und regelmäßige halbjährliche Nachsorge im Recall-System der Abteilung empfohlen. Im Rahmen des Recall-Termins wurden die Patienten nach einem standardisierten Prozedere untersucht. Da dieses Recall-Programm jedoch keine Pflicht war und nicht von jedem Patienten wahrgenommen wurde, konnten keine regelmäßigen Nachuntersuchungen an allen Patienten durchgeführt werden. Eine jährliche Untersuchung hat bei 57,7% der länger als ein Jahr beobachteten Prothesen stattgefunden. Ein Nachteil in der Dokumentation des Recall-Verhaltens lag darin, dass Patienten, welche über einen langen Zeitraum jährlich zur Kontrolle erschienen, in die Gruppe „unregelmäßig“ eingestuft wurden, sobald sie nur ein Jahr ausgelassen haben. Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass vorübergehende Behandlungen alio loco prinzipiell nicht ausgeschlossen werden können und somit eine lückenlose Erfassung der Daten nicht in jedem Fall garantiert werden kann.

Der endodontische Zustand der Pfeilerzähne war im Rahmen dieser retrospektiven Studie der am schwierigsten zu ermittelnde Parameter. Aufgrund von oftmals unvollständigen Dokumentationen in den Patientenakten wurden, falls vorhanden, auch Röntgenbilder zur Beurteilung mitberücksichtigt. Es handelte sich dabei in der Regel um Orthopantomogramme, welche zum Zwecke der Behandlungsplanung vor Therapiebeginn angefertigt wurden. Da zusätzlich zu den unvollständigen Befunden in einigen Fällen auch keine Röntgenbilder vorlagen, konnte der endodontische Zustand nur für 74,1% der Pfeilerzähne ermittelt werden. Dabei wurde nur der Zustand zum Zeitpunkt der Eingliederung betrachtet. Wurde der Pfeilerzahn während der Funktionsperiode trepaniert und erfolgte eine Maßnahme (Fraktur/Extraktion) nach der Trepanation, so wurde dies als Maßnahme an einem endodontisch unbehandelten Zahn gewertet.

Des Weiteren ist kritisch zu sehen, dass die zahnspezifischen Auswertungen nicht für jeden Zahn einzeln, sondern zusammengefasst für topografische Zahngruppen erfolgten. Dies war allerdings aus statistischen Gründen unumgänglich, um die Anzahl der Kategorien von 32 auf acht zu beschränken. Gerade für Oberkieferprämolaren und Frontzähne wäre aufgrund der unterschiedlichen Wurzelanzahl und Größe eine separate Betrachtung jedoch sinnvoll gewesen (Kurzrock 2016).

Hervorzuheben ist außerdem, dass die Datenerhebung bei retrospektiven Studien abhängig von der Qualität der Akteneinträge ist. Diese sind oftmals aufgrund von wechselnden Behandlern nicht miteinander vergleichbar. Schreibfehler, unleserliche Schriften sowie unvollständige Einträge erschweren die Datenerhebung. Informationen zum parodontalen Zustand der Zähne waren beispielsweise selten dokumentiert und konnten daher in dieser Studie nicht berücksichtigt werden.

6.1.2 Technische Herausforderungen bei der Herstellung von Marburger Doppelkronen

Die korrekte Herstellung von Marburger Doppelkronen ist eine zahntechnische Herausforderung. Eine Spielpassung zwischen Primär- und Sekundärkrone zu erzeugen, stellt in der Praxis eine besonders schwierige Aufgabe dar. Umgesetzt wird dies durch ein zweiphasiges Einbettverfahren (Wiegand 2018). Die Primärkronen werden mit einer Einbettmasse, welche eine höhere Expansion aufweist, eingebettet. Eine höhere Expansion kann entweder durch Verwenden von weniger Flüssigkeit, Verdünnung der Flüssigkeit mit destilliertem Wasser oder Verwendung einer anderen Flüssigkeit erreicht werden. Der Rest des Modells wird mit der standardmäßigen Masse eingebettet. Dieses Prozedere führt in der Praxis jedoch nicht immer zu der erforderlichen Spielpassung. Die unterschiedlichen Expansionswerte erzeugen bei großen und breiten Zahnstümpfen (z. B. Molaren) eine größere Spielpassung als bei kleinen Stümpfen (z. B. Frontzähne). Häufig sind zusätzlich manuelle Korrekturen durch Beschleifen der Innenflächen der Sekundärkronen erforderlich. Es kann vermutet werden, dass nicht alle in dieser Studie erfassten Doppelkronen immer eine Spielpassung aufwiesen.

6.1.3 Überlebenswahrscheinlichkeit

Die Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeiten der Prothesen und der Pfeilerzähne erfolgte anhand der Kaplan-Meier-Methode. Diese gilt als Standardverfahren für Überlebensanalysen in der Medizin (Hannigan & Lynch 2013). Vorteil dieser Methode ist, dass auch Fälle, in denen das Zielereignis nicht eintritt, als zensierte Daten in die Auswertung miteingehen und eine Neuberechnung ab dem Zeitpunkt der Zensur erfolgt.

Als Beginn der Funktionsperiode wurde das Datum der Eingliederung der Prothese festgelegt. Das Zielereignis war, bezogen auf das Pfeilerüberleben, die Extraktion eines Pfeilers. Bezogen auf das Überleben der Prothese wurden mehrere mögliche Zielereignisse definiert:

- Umwandlung der Prothese in eine Totalprothese (Datum der Extraktion des letzten Pfeilers)
- Eingliederung einer neuen Doppelkronen-Prothese (Datum der Eingliederung der neuen Prothese)
- Dekapitierung des letzten Pfeilers und Versorgung des so gekürzten Zahnes mit einem Druckknopfanker (Datum des Einsetzens des Druckknopfs)

Die beiden ersten Zielereignisse wurden anlehnend an andere Studien (Eisenburger & Tschernitschek 1998, Eisenburger et al. 2000, Wöstmann et al. 2007) gewählt. Das zuletzt genannte Zielereignis ist im Rahmen dieser Arbeit erstmalig definiert worden. Dies führte jedoch zu einer schlechteren Vergleichbarkeit des Prothesenüberlebens mit den Ergebnissen anderer Studien. Das Einbeziehen dieses neu definierten Zielereignisses ist jedoch trotzdem sinnvoll, da eine rein auf Druckknopfankern abgestützte Prothese nicht als Doppelkronen-Prothese betrachtet werden sollte.

Zu betonen ist, dass das Zielereignis nicht immer eine Neuanfertigung der Suprakonstruktion mit sich zog. Die Umfunktionierung in eine Totalprothese oder in eine auf Druckknöpfen verankerte Prothese erforderte lediglich eine Umarbeitung ohne Erneuerung der gesamten Suprakonstruktion. Dieser Vorteil von Doppelkronen-Prothesen soll an dieser Stelle hervorgehoben werden.

Sowohl bei den Prothesen als auch bei den Pfeilerzähnen trat für weitaus weniger als die Hälfte der Fälle das Zielereignis ein. Daher konnte nicht die bevorzugte mediane Überlebenszeit bestimmt werden, sondern nur die mittlere Überlebenszeit, welche stark vom Zensierungsmuster abhängt.

6.1.4 Reparaturmaßnahmen

Die Art, Anzahl und das zeitliche Auftreten der Reparaturmaßnahmen wurden dokumentiert. Dabei wurden alle in der Funktionsperiode angefallenen Maßnahmen berücksichtigt. Diese wurden unterteilt in Maßnahmen an der Prothese und Maßnahmen an den Pfeilerzähnen. Für letztere erfolgte eine zahnspezifische Dokumentation der Daten, sodass überprüft werden konnte, ob gewisse Maßnahmen an bestimmten Zahngruppen gehäuft auftraten. Für die Maßnahmen an der Prothese wurde analysiert, ob diese im Ober- oder Unterkiefer signifikant häufiger stattfanden. Der Einfluss anderer Parameter wurde aufgrund des großen Umfangs im Rahmen dieser Studie nicht erfasst, weshalb hier weiterer Forschungsbedarf besteht.

Da bestimmte Maßnahmen zeitnah nach dem Einsetzen gehäuft durchgeführt wurden und später eher seltener auftraten, wurde unterschieden zwischen Maßnahmen, welche im ersten Monat nach der Eingliederung erfolgten und Maßnahmen, welche nach dem ersten Monat durchgeführt wurden. Der erste Monat wurde bei *Kurzrock* (2016) und *John et al.* (2004) als Zeit der Eingewöhnung an den neuen Zahnersatz festgelegt. Kritisch zu betrachten ist, ob die Wahl genau dieses Zeitraums tatsächlich angebracht war. Da jedoch in der Literatur keine anderen Werte dazu ermittelt wurden und die Ergebnisse der Studie diesen Zeitraum als geeignet aufzeigten, wurde dieser auch in der vorliegenden Studie angenommen.

6.2 Vergleich der vorliegenden Ergebnisse mit der Literatur

6.2.1 Allgemeine Daten

Bis auf zwei retrospektive Untersuchungen (Walther et al. 2000, Heners & Walther 1990) wurde in der Literatur keine Studie mit vergleichbar großer Patientenzahl wie die der vorliegenden Studie gefunden. Abgesehen von einigen Ausnahmen (Behr et al. 2009, Kurzrock 2016, Rehmann 2015) untersuchten die meisten Studien weniger als 200 Patienten.

Die mittlere Beobachtungsdauer von $4,2 \pm 4,0$ Jahren ist in einigen Studien (Bergman et al. 1996, Igarashi & Goto 1997, Mock et al. 2005, Stark & Schrenker 1998, Wenz et al. 2001) deutlich höher. Es liegen jedoch auch Studien mit ähnlichen (Rehmann 2015, Wöstmann et al. 2007) oder auch kürzeren Beobachtungszeiträumen (Hultén et al. 1993, Kurzrock 2016, Molin et al. 1993, Widbom et al. 2004) vor.

Das Geschlechterverhältnis der Patienten ist mit den Werten aus der Literatur vereinbar. Bei Studien mit ähnlich hohen Patientenzahlen (Behr et al. 2009, Kurzrock 2016, Rehmann 2015, Walther et al. 2000) lag das Verhältnis nie weiter auseinander als 40% zu 60%. Das jeweils häufigere Geschlecht war dabei jedoch verschieden.

Das durchschnittliche Patientenalter bei Eingliederung der Prothese liegt in Studien mit vergleichbarer Patientenzahl (Rehmann 2015, Walther et al. 2000, Kurzrock 2016) mit 57 - 61 Jahren etwas niedriger als das mittlere Alter in dieser Studie. Der allgemeine Altersanstieg der Bevölkerung und die durch zahnmedizinische Prophylaxe-Maßnahmen später auftretenden Zahnverluste sind wahrscheinlich der Grund für das höhere Durchschnittsalter der aktuellen Studie.

Das Verhältnis der Anzahl von Oberkiefer- zu Unterkieferprothesen stimmt weitestgehend mit den Werten der Literatur überein. In vergleichbaren Arbeiten lag dieses nicht weiter auseinander als 45% zu 55% (Behr et al. 2009, Kurzrock 2016, Wöstmann et al. 2007). Dabei kamen sowohl Ober- als auch Unterkieferprothesen in den unterschiedlichen Studien jeweils häufiger vor.

Dass im Oberkiefer jedoch mehr Pfeilerzähne zur Verankerung genutzt werden, stellte sich sowohl in dieser als auch in anderen Studien heraus (Dittmann & Rammelsberg 2008, Heners & Walther 1988 a, Kurzrock 2016, Molin et al. 1993, Wöstmann et al. 2007).

Die Aufteilung der Pfeilerzähne in die topografischen Zahngruppen (21,3% Frontzähne, 39,6% Eckzähne, 29,3% Prämolaren, 9,8% Molaren) deckt sich mit den Ergebnissen von *Dittmann et al.* (2008) (20% Frontzähne, 39% Eckzähne, 30% Prämolaren und 12% Molaren). Auch andere Studien (Heners & Walther 1988 a, Kurzrock 2016, Szentpétery et al. 2012, Wöstmann et al. 2007) zeigten ähnliche Verteilungen. Sowohl in dieser als auch in den eben genannten Studien waren Eckzähne die häufigsten Pfeilerzähne. Persistierende Eckzähne sind im Lückengebiss aufgrund ihrer günstigen Morphologie, ihres Kronen-Wurzel-Verhältnisses und der mechanischen Reinigung gut zugänglichen Position oft anzutreffen (Rehmann et al. 2004, Gernet 1985).

77,9% der Zähne wurden in der vorliegenden Studie als endodontisch unbehandelt eingestuft. Der Wert liegt im Rahmen der Ergebnisse der Literatur, in welcher Anteile von 75-88% beobachtet wurden (Gehring et al. 2006, Kurzrock 2016, Stark und Schrenker 1998, Stober et al. 2012, Weber 2005, Wenz et al. 2001).

Über die Hälfte aller Prothesen (57,7%) wurde jährlich nachuntersucht. Dies kommt den Ergebnissen von *Kurzrock* (2016) (51,7%) und *Rehmann et al.* (2007) (57%) sehr nah. In beiden Studien wurde, wie auch in der vorliegenden Studie, ein regelmäßiger Recall-Termin empfohlen, war jedoch keine Pflicht.

6.2.2 Überleben der Prothese

In der vorliegenden Studie verloren insgesamt 113 Prothesen (14,8%) während des Beobachtungszeitraums ihre Funktion. In über der Hälfte aller eingetretenen Zielereignisse wurde eine neue Doppelkronen-Prothese hergestellt. Weitaus seltener (2,8% aller untersuchten Prothesen) trat ein vollständiger Pfeilverlust mit Umfunktionierung in eine Totalprothese auf. Dieser Anteil ist vergleichbar mit den Ergebnissen anderer Studien (Weber 2005, Kurzrock 2016), in welchen ebenfalls nur 2% aller Doppelkronen-Prothesen ihre gesamte Verankerung durch Zahnverluste verloren.

Die in dieser Studie ermittelte Überlebensrate von 85,2% liegt im Rahmen der Werte aus anderen Studien, welche sich zwischen 78 – 96% bewegen (Bergman et al. 1996, Gernet et al. 1983, Hultén et al. 1993, Kurzrock 2016, Eisenburger et al. 2000, Walther et al. 2000, Wöstmann et al. 2007). Die Abweichungen der in der Literatur ermittelten Überlebensraten können unter anderem aus den unterschiedlichen Definitionen des Zielereignisses resultieren. In der vorliegenden Studie hat bei 23,8% der eingetretenen Zielereignisse eine Umwandlung der Doppelkronen-Prothese in eine auf Druckknopfankern verankerte Prothese stattgefunden. Diese Umfunktionierung wurde in anderen Studien nicht als Misserfolg gewertet, womit die niedrigere Überlebensrate der vorliegenden Studie vor allem im Vergleich zu zwei ähnlichen Studien (Kurzrock 2016, Wöstmann et al. 2007) begründet werden kann.

Als weiterer Grund für die in der Literatur vorzufindenden Diskrepanzen der Überlebensraten wird die unterschiedliche Einschätzung der Pfeilerwertigkeit für Primärkronen vermutet. Insbesondere aufgrund der guten Erweiterbarkeit von Doppelkronen-Prothesen werden vor allem parodontal stark vorgeschädigte Zähne nicht selten zunächst auch dann in die prothetische Versorgung miteinbezogen, wenn ihre langfristige Erhaltbarkeit fraglich ist. In diesen Fällen kommt es folglich schneller und häufiger zu Pfeilerextraktionen als wenn vor Beginn der prothetischen Versorgung die Pfeiler strenger selektiert werden.

Im Folgenden sollen die Auswirkungen der untersuchten Parameter auf das Überleben der Prothese mit den Ergebnissen der Literatur verglichen werden. Zunächst sollen die in dieser Studie als signifikant ermittelten Parameter und im Anschluss die nicht signifikanten diskutiert werden.

Alter des Patienten

Das Alter des Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung übte einen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothesen aus. Jüngere Patienten zeigten höhere Überlebensraten.

Als Grund dafür lässt sich die nachlassende manuelle Geschicklichkeit und/oder verminderter Visus älterer Patienten vermuten. Diese erschweren die Zahn- und Prothesenpflege erheblich. Vor allem Parodontale Erkrankungen treten mit zunehmendem Alter häufiger auf (Rainer Jordan & Michaelis 2016).

Die Parodontitis wurde im Rahmen dieser Studie als häufigster Extraktionsgrund ermittelt. Neben Schädigungen des Parodonts kann sie beispielsweise auch eine Wurzelkaries nach sich ziehen. In anderen Untersuchungen zu Doppelkronen-Prothesen wurde das Alter des Patienten bisher nicht als signifikanter Einflussfaktor auf das Prothesenüberleben erwähnt (Eisenburger et al. 2000, Schwindling et al. 2014, Wagner und Kern 2000, Wöstmann et al. 2007).

Trotz den vergleichsweise schlechteren Überlebenswerten ist vor allem für ältere Patienten eine Doppelkronen-Prothese zu empfehlen, da in dieser Patientengruppe besonders viel Wert auf eine einfache Handhabung, gute Hygienefähigkeit und Erweiterbarkeit der Versorgung gelegt werden sollte.

Pfeileranzahl

Auch die Anzahl der Pfeilerzähne stellte sich in dieser Studie als signifikanter Einflussfaktor auf die Überlebensdauer der Prothese heraus. Eine höhere Pfeileranzahl führte zu einem Anstieg der Überlebenswahrscheinlichkeit.

Der positive Einfluss einer hohen Pfeileranzahl auf die Überlebensdauer von Doppelkronen-Prothesen wurde auch in anderen Studien zu Teleskopprothesen (Eisenburger et al. 2000, Wöstmann et al. 2007) sowie zu Konusprothesen (Wagner & Kern 2000) bestätigt. Das Prothesenüberleben zeigte in einer aktuellen retrospektiven Untersuchung (Rinke et al. 2019) zu Resilienzteleskopprothesen ebenfalls eine statistisch signifikante Abhängigkeit von der Pfeileranzahl.

Biomechanische Überlegungen lassen als Grund dafür vor allem die bessere Abstützungsmöglichkeit einer Prothese mit mehr Pfeilerzähnen vermuten. Eine ungünstige Abstützung der Prothese führt zu mehr Rotationskräften beim Abbeißen und Kauen (Szentpétery & Setz 2016). Die dadurch zustande kommende Prothesenbewegung kann an den Zähnen zu parodontalen Schäden oder Frakturen führen. Die Prothesenkinematik hängt neben der Pfeileranzahl jedoch vor allem von der topografischen Verteilung der Pfeiler und vom Ausmaß der Kongruenz der Prothesenbasis zum Kieferkamm ab. Diese beiden Parameter konnten im Rahmen dieser Studie nicht ermittelt werden, weshalb hierzu weiterer Forschungsbedarf besteht.

Auch wenn eine geringe Anzahl an Pfeilerzähnen eine schlechtere Überlebensrate bedingt, ist die Versorgung dieser Patienten mit Doppelkronen-Prothesen als geeignete Therapie anzusehen. Eine alternative Therapie wäre die Pfeilvermehrung durch Implantate, welche gute Langzeitergebnisse zeigt und die orale Lebensqualität steigern kann (Mengel & Peleska 2019). Diese kommt jedoch aus finanziellen, medizinischen und zahnmedizinischen Gründen nicht für alle Patienten in Frage. Die Modellgussprothese als Alternative zeigt zum einen schlechtere Überlebenszeiten auf als Doppelkronen-Prothesen (Eisenburger & Tschernitschek 1998, Rehmann 2015, Stark et al. 2011, Wagner und Kern 2000), zum anderen ist sie nach Verlust eines oder mehrerer Pfeilerzähne nur beschränkt erweiterbar.

Geschlecht

In der vorliegenden Studie konnte kein Einfluss des Geschlechts auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Prothese festgestellt werden. Dieses Ergebnis stimmte auch mit anderen Untersuchungen überein (Eisenburger et al. 2000, Schwindling et al. 2014, Wagner & Kern 2000, Wöstmann et al. 2007).

Kieferlokalisierung

Die Kieferlokalisierung der Prothese stellte sich in dieser Arbeit ebenfalls nicht als signifikanter Einflussfaktor auf die Haltbarkeit der Prothese heraus. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus der Literatur (Hultén et al. 1993, Eisenburger et al. 2000, Schwindling et al. 2014, Wöstmann et al. 2007).

6.2.3 Überleben der Pfeilerzähne

Als Zielereignis für die Überlebenszeit der Pfeilerzähne wurde die Extraktion festgelegt. Während des Untersuchungszeitraums wurden 7,5% der Pfeilerzähne extrahiert. Nach 5 Jahren waren 92% der Pfeilerzähne noch in situ, die 10-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit betrug 80%.

Die in der vorliegenden Studie ermittelten Werte bewegen sich im oberen Bereich der Ergebnisse anderer Studien. Für die 5-Jahres-Überlebensrate sind in der Literatur Werte von 80 - 95% zu finden (Coca et al. 2000, Mock et al. 2005, Nickenig & Kerschbaum 1995, Rehmann 2015, Stark & Schrenker 1998, Szentpétery et al. 2012, Wenz et al. 1998, 2001, Wöstmann et al. 2007).

Die häufigsten Extraktionsgründe in dieser Studie waren parodontale Erkrankungen (53,6%), gefolgt von Pfeilerfrakturen (24,7%) und Karies (11,3).

Auch *Coca et al.* (2000) ermittelten parodontale Probleme als Hauptgrund für Extraktionen. In einer weiteren Studie (*Eisenburger et al.* 2000) stellten parodontale Erkrankungen ebenfalls die häufigste Ursache für Extraktionen dar, gefolgt von Kronenfrakturen und Karies. Bei *Rehmann* (2015) war der häufigste Extraktionsgrund die Pfeilerfraktur, parodontale Erkrankungen standen an zweiter Stelle. In einer weiteren Studie (*Szentpétery et al.* 2012) wurde ebenfalls die Pfeilerfraktur mit 25,9% als häufigster Extraktionsgrund ermittelt.

Dass die Parodontitis der häufigste Extraktionsgrund in dieser Studie war, lässt die Frage aufkommen, ob die Pfeiler schon parodontal vorgeschädigt waren oder eine fehlerhafte Gestaltung der Prothesenbasis erst zum Entstehen der Erkrankung geführt hat. Da im Rahmen dieser Studie keine parodontalen Werte aufgezeichnet wurden, besteht hier weiterer Forschungsbedarf. Für die Pfeilerfrakturen als zweithäufigster Extraktionsgrund werden mögliche Ursachen im Kapitel 6.2.4.2 diskutiert.

Alter des Patienten

Das Alter der Patienten zum Zeitpunkt der Eingliederung der Prothese übte einen signifikanten Einfluss auf die Überlebensrate der Pfeilerzähne aus. Pfeiler bei über 80-jährigen Patienten zeigten die niedrigste Überlebensrate. Mit abnehmendem Alter stieg diese an. Der Einfluss des Patientenalters auf das Überleben der Pfeilerzähne von Doppelkronen-Prothesen zeigte in anderen Studien keinen signifikanten Einfluss (*Dittmann & Rammelsberg* 2008, *Mock et al.* 2005, *Szentpétery et al.* 2012, *Wöstmann et al.* 2007). Mögliche Gründe für die in dieser Studie ermittelten besseren Überlebenswerte für jüngere Patienten wurden bereits im Kapitel 6.2.2 diskutiert.

Pfeileranzahl

Den größten Einfluss auf die Überlebensrate der Pfeilerzähne übte in dieser Studie die Anzahl der Pfeilerzähne aus. Je mehr Pfeiler in die Doppelkronen-Prothese miteinbezogen waren, umso höher war die Überlebenswahrscheinlichkeit. In der Literatur ist dieser Parameter ebenfalls der häufigste, der das Überleben signifikant beeinflusst.

In der retrospektiven Studie von *Mock et al.* (2005), *Rehmann* (2015) und *Szentpétery et al.* (2012) zu parallelwandigen Teleskopprothesen kam es bei einer größeren Pfeileranzahl später zu einem Pfeilverlust. *Heners und Walther* (1990) ermittelten eine signifikant schlechtere Prognose für konische Pfeilerzähne, wenn die Prothese auf nur ein bis drei Pfeilern abgestützt war. Auch andere Studien zu Konuskronen (*Igarashi & Goto* 1997, *Walther et al.* 2000) ergaben, dass die Verwendung von wenigen Pfeilern sich negativ auf den Erhalt der Pfeilerzähne auswirkt. Als möglicher Grund für den positiven Einfluss einer höheren Pfeileranzahl auf die Überlebensrate wurde bereits im Kapitel 6.2.2 die Prothesenkinematik diskutiert.

Im Gegensatz dazu konnten in der jüngsten Studie, die sich mit der Bewährung des Marburger-Doppelkronen-Systems beschäftigte (*Wenz & Lehmann* 1998), keine signifikanten Unterschiede der Überlebensrate in Bezug auf die Pfeileranzahl nachgewiesen werden. Eine Tendenz zu besseren Überlebensraten für Prothesen mit einer höheren Pfeileranzahl konnte jedoch auch dort festgestellt werden. Dass die Ergebnisse keine statistische Signifikanz aufzeigten, könnte darauf zurückzuführen sein, dass für die Anzahl der Pfeiler eine Unterteilung in nur zwei Gruppen vorgenommen wurde. Alle Prothesen mit ein bis drei Pfeilern wurden zu einer Gruppe zusammengefasst und vier oder mehr Pfeilern gegenübergestellt.

Geschlecht

Das Geschlecht des Patienten übte in der vorliegenden Studie keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit der Pfeilerzähne aus. Diesbezüglich liegen in der Literatur verschiedene Ergebnisse vor. So ermittelten *Rehmann* (2015) und *Szentpétery et al.* (2012) eine höhere Überlebenswahrscheinlichkeit bei Frauen. Schlechtere Überlebenswerte für Männer könnten mit einer höheren Muskelkraft beim Kauen und dadurch stärkerer Belastung der Pfeilerzähne begründet werden (*Koç et al.* 2011, *Palinkas et al.* 2010). *Stark und Schrenker* (1998) hingegen ermittelten für Frauen höhere Entzündungswerte und somit schlechtere Prognosen der Pfeilerzähne. In einigen weiteren Studien übte das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit aus (*Dittmann & Rammelsberg* 2008, *Kurzrock* 2016, *Schwindling et al.* 2014, *Wöstmann et al.* 2007).

Aus den Ergebnissen dieser Studie und den nicht eindeutigen Ergebnissen der Literatur kann gefolgert werden, dass das Geschlecht des Patienten keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Pfeilerzähne ausübt.

Kieferlokalisation

Die Kieferlokalisation der Prothese hatte in Übereinstimmung mit der Studie von *Heners und Walther* (1988 b) keinen signifikanten Einfluss auf das Überleben der Pfeilerzähne. Auch für diesen Parameter zeigt die Literatur jedoch verschiedene Ergebnisse. Einige Studien räumten Pfeilern im Oberkiefer eine längere Überlebensdauer ein (Mock et al. 2005). Andere zeigten, dass im Oberkiefer mehr Pfeilerzähne extrahiert wurden als im Unterkiefer (Kurzrock 2016, Nickenig & Kerschbaum 1995, Szentpétery et al. 2012). Da in jeder dieser Studien jedoch nur geringe Unterschiede nachweisbar waren, kann daraus gefolgert werden, dass die Kieferlokalisation der Prothese keinen bedeutenden Einfluss auf die Überlebenszeit der Pfeiler ausübt.

Pfeilertopografie

In der vorliegenden Studie wurde für die verschiedenen topografischen Zahngruppen kein statistisch signifikanter Unterschied in der Überlebenswahrscheinlichkeit nachgewiesen. Trotz der statistisch nicht signifikanten Ergebnisse zeigte sich eine Tendenz. Eckzähne und Frontzähne wiesen tendenziell bessere Prognosen auf, die niedrigste mittlere Überlebensdauer zeigten Oberkiefermolaren.

In der Studie von *Dittmann und Rammelsberg* (2008) besaßen ebenfalls Pfeilerzähne, die weiter posterior im Zahnbogen lagen, ein höheres Verlustrisiko als Front- oder Eckzähne. Auch in einer weiteren Studie (Stober et al. 2012) zeigten Frontzähne die beste Überlebensrate. Zu der Gruppe der Frontzähne wurden dabei auch Eckzähne gezählt. Molaren und Prämolaren, wiesen das höchste Verlustrisiko auf.

Dass anteriore Zähne (Front- und Eckzähne) im Vergleich zu den Stützzonen (Molaren und Prämolaren) generell später und seltener verloren gehen ist bereits nachgewiesen (Michaelis & Schiffner 2005). Ursache dafür ist unter anderem die günstige Morphologie anteriorer Zähne und die besser zugängliche Position für den Patienten im Rahmen der Mundhygiene (Rehmann et al. 2004).

Vitalität

Obwohl im Rahmen dieser retrospektiven Studie nur für 74,1% der Pfeilerzähne der endodontische Zustand ermittelbar war, zeigte sich ein signifikanter Einfluss auf die Überlebenswahrscheinlichkeit. Endodontisch unbehandelte Zähne besaßen mit Abstand die höchste Überlebensrate. Ihnen folgten stiftarmierte Pfeiler und die niedrigste mittlere Überlebensdauer hatten wurzelgefüllte Zähne. Ähnliche Ergebnisse fanden sich bei *Dittmann und Rammelsberg* (2008). Eine 90%ige Überlebenswahrscheinlichkeit für vitale Pfeiler war dort bei 7,3 Jahren gegeben und für wurzelgefüllte Zähne bei 4,7 Jahren. Eine Unterscheidung der wurzelgefüllten Zähne zwischen stiftarmierten und nicht-stiftarmierten Pfeilerzähnen wurde dabei jedoch nicht beschrieben. In der retrospektiven Untersuchung von *Rehmann* (2015) zeigten mit Stiftaufbauten versorgte Zähne eine 5-Jahres-Überlebenswahrscheinlichkeit von 78,4%, für vitale Pfeilerzähne lag diese bei 96,2%. Viele weitere Studien bestätigten den signifikanten Einfluss des endodontischen Zustands der Pfeiler auf die Überlebensrate (Gehring et al. 2006, Kurzrock 2016, Molin et al. 1993, Szentpétery et al. 2012, Stober et al. 2012).

Die höhere Extraktionsrate endodontisch behandelter Pfeilerzähne ist wahrscheinlich auf ihre höhere Frakturrate zurückzuführen, worauf im Kapitel 6.2.4.2 näher eingegangen wird. Auch andere Gründe wie beispielsweise eine Reinfektion des Wurzelkanals aufgrund nicht suffizienter Wurzelfüllung könnten zur erhöhten Extraktionsrate geführt haben.

Das Miteinbeziehen endodontisch behandelter Pfeiler in die prothetische Konstruktion wird auch trotz des höheren Verlustrisikos als sinnvoll betrachtet. Dies gilt zum einen der in dieser und vielen weiteren Studien ermittelten Tatsache, dass eine größere Pfeileranzahl sich positiv auf die Überlebensrate der Prothese und der Pfeilerzähne auswirkt, zum anderen sind Doppelkronen-Prothesen nach einem Pfeilverlust sehr leicht und schnell erweiterbar (Lehmann & Gente 1988).

6.2.4 Reparaturmaßnahmen

An etwa 80% der in dieser Studie untersuchten Prothesen wurde mindestens eine Reparaturmaßnahme an der Prothese selbst oder an den Pfeilerzähnen durchgeführt. Dieser Anteil liegt weit über den Ergebnissen anderer Studien, in welchen an bis zu 65% der Prothesen Reparaturmaßnahmen erfolgten (Behr et al. 2000, Behr et al. 2009, Eisenburger und Tschernitschek 1998, Hofmann et al. 2002, Igarashi & Goto 1997, Mock et al. 2005, Stark & Schrenker 1998, Wöstmann et al. 2007). Die Diskrepanz beruht wahrscheinlich darauf, dass in den meisten genannten Studien nur ausgewählte Reparaturmaßnahmen betrachtet wurden. In der vorliegenden Arbeit hingegen wurden alle während des Beobachtungszeitraums angefallenen Maßnahmen berücksichtigt. Vor allem Druckstellenentfernungen und okklusale Korrekturen, welche die häufigsten Maßnahmen waren, wurden oftmals eher als eine Nachsorgemaßnahme zur Aufrechterhaltung der Prothesenfunktion (Rehmann 2015) und nicht als eine Reparaturmaßnahme betrachtet. Da dafür die Patienten jedoch genauso die Klinik aufsuchen mussten und einen Termin benötigten, wie bei anderen Maßnahmen auch, wurden in dieser Studie alle Maßnahmen gleich betrachtet. Die Studie von *Kurzrock* (2016), in welcher auch alle Reparaturmaßnahmen berücksichtigt wurden, zeigte ein der vorliegenden Studie ähnliches Ergebnis von 85,5% Prothesen mit mindestens einer Reparaturmaßnahme.

Aufgrund der großen Unterschiede der in der Literatur erfassten Reparaturmaßnahmen ist ein Vergleich äußerst schwierig. Hinzu kommt, dass die Auswertungsformen in den verschiedenen Studien stark variieren. Einige Autoren berücksichtigten nur die jeweils erste durchgeführte Maßnahme, andere erfassten jede Maßnahme. Einige gaben die Häufigkeit der Maßnahmen in Relation zur Prothesen- oder Pfeileranzahl an, andere berichteten über die Häufigkeitsverteilung der Maßnahmen untereinander. Im Folgenden wird trotzdem ein Vergleich der Reparaturmaßnahmen mit den Angaben in der Literatur dargestellt. Dies erfolgt, wie bereits in Kapitel 5.5, zunächst für Maßnahmen an der Prothese und anschließend für Maßnahmen an den Pfeilerzähnen.

6.2.4.1 Maßnahmen an der Prothese

Im Rahmen dieser Studie war die Beseitigung von **Druckstellen** die häufigste Reparaturmaßnahme. Auch andere Untersuchungen zeigten dieses Ergebnis (Makowski 2010, Rehmann et al. 2004, Weber 2005). Mehr als die Hälfte aller Druckstellenentfernungen erfolgten in der vorliegenden Studie allein im ersten Monat nach der Eingliederung der Prothese. Das verstärkte Auftreten von Druckstellen innerhalb der Eingewöhnungsphase und die Abnahme mit fortschreitender Zeit wurde auch in einer weiteren Studie beobachtet (Weber 2005). Die Druckstellenbeseitigung war die einzige Nachsorgemaßnahme, die mit der Kieferlokalisation zusammenhing. Im Unterkiefer traten signifikant häufiger Druckstellen auf. Dies bestätigte auch die Arbeit von Weber (2005). Grund dafür ist wahrscheinlich die größere knöcherne Basis des Oberkiefers. Sie bewirkt eine günstigere Auflagefläche des Zahnersatzes und eine Verteilung der Kaukraft auf eine größere Fläche.

Wann und wie oft Patienten die Klinik aufsuchen, um eine Druckstelle beseitigen zu lassen, ist im Gegensatz zu anderen Maßnahmen stark von der psychischen und physischen Widerstandskraft des Patienten abhängig. Während labilere Patienten bereits bei geringem Druckschmerz reagieren, kommt es bei anderen von allein zu einer Ausheilung (Strobel 1968). Die Beseitigung von Druckstellen ist zwar eine Maßnahme, die häufig durchgeführt wurde, deren Ausführung jedoch schnell und kostengünstig am Behandlungsstuhl gelingt.

Okklusale Korrekturen waren die zweithäufigste Maßnahme an der Prothese (17,8%). Über okklusale Korrekturmaßnahmen an Doppelkronen-Prothesen sind in der Literatur wenige Angaben zu finden. Kurzrock (2016) ermittelte einen Anteil von 14,5% aller Reparaturmaßnahmen.

Indirekte Unterfütterungen machten 12,9% aller Reparaturmaßnahmen an der Prothese aus. 22,1% aller Prothesen wurden mindestens einmal indirekt unterfüttert. Dies lag im Bereich der Literaturangaben, wobei diese stark voneinander abweichen. Bei Makowski (2010) liegt der Anteil bei 28,3%. Ein Drittel aller Prothesen wurde bei Igarashi und Goto (1997) unterfüttert, bei Schwindling et al. (2014) lag der Anteil bei nur 12%.

Die Unterfütterung ist im Vergleich zu den anderen Maßnahmen keine vermeidbare technische Komplikation, sondern eine Anpassung der Prothesenbasis an die altersbedingte Atrophie des Kieferkamms. Eine indirekte Unterfütterung kann nicht direkt am Behandlungsstuhl erfolgen. Sie wird im Labor durchgeführt, sodass der Patient meist einen Tag auf seine Prothese verzichten muss. Es handelt sich somit um eine Nachsorgemaßnahme, welche mit relativ hohen Material- und Laborkosten einhergeht, jedoch unvermeidbar ist.

Die große Bedeutung einer rechtzeitigen Unterfütterung wird in der Literatur oftmals betont (Stark et al. 2011, Wöstmann et al. 2013). Korrekt ausgeführt gewährleistet eine Unterfütterung trotz fortschreitender Alveolarfortsatz-resorption eine exakte Passung der Prothesenbasis zur Schleimhaut. Vor allem bei Freiendsituationen kann eine fehlende Kongruenz von Prothesenbasis und Prothesenlager zu einer Überbelastung der Pfeilerzähne und daraus folgenden parodontalen Schäden oder Frakturen führen.

Austausch eines TK-Snap-Haltelements

An 17,7% der Prothesen wurde mindestens einmal nach dem Eingliedern ein TK-Snap-Attachement ausgetauscht. Ob die Halteelemente am Tag der Eingliederung tatsächlich schon in die Prothese eingebracht waren, wie es das Marburger-Doppelkronen-Konzept (Kapitel 2.2) ursprünglich vorsieht, ist aus den Akteneinträgen nicht immer ersichtlich gewesen. In vielen Fällen wurde jedoch vermerkt, dass die Halteelemente zunächst noch nicht eingebaut wurden. Der Halt der Prothese war vermutlich durch eine gewisse Friktion schon gewährleistet. Dies ist auf die im Kapitel 6.1.2 erläuterte Problematik der nicht korrekt eingearbeiteten Spielpassung zurückzuführen. In der Literatur sind bisher keine Angaben zum Einbau oder Austausch von TK-Snap-Haltelementen zu finden. *Weber* (2005) registrierte in ca. 8% der Teleskopprothesen die Notwendigkeit einer Friktionserhöhung, bei *Kurzrock* (2016) waren es 9,2% der Nichtedelmetall-Prothesen und 32,1% der hochgoldhaltigen Prothesen.

Bruch der Basis

Ein Prothesenbasisbruch verursachte 6% aller Reparaturmaßnahmen und erfolgte an 10,1% aller Konstruktionen. In der Studie von *Schwindling et al.* (2014) trat in 17,1% der Prothesen eine Basisfraktur auf. *Behr et al.* (2000) hingegen fanden in nur 3,4% der Prothesen eine Fraktur der Metall- oder Kunststoffbasis. Sprung- und Bruchreparaturen machten bei *Gehring et al.* (2006) 5% aller prothetischen Komplikationen aus.

Aus den Patientenakten konnte selten herausgelesen werden, ob ein Bruch der Metallbasis und / oder des Kunststoffs aufgetreten ist. Somit wurden beide Fälle in dieser Studie zu einer Maßnahme zusammengefasst, obwohl ein Bruch der Metallbasis eine aufwendigere Reparatur nach sich zieht. In beiden Fällen muss die Prothese jedoch in das Labor gegeben werden, sodass auch hier im Vergleich zu anderen Maßnahmen ein größerer Aufwand und höhere Kosten entstehen.

Wiederbefestigung oder Erneuerung eines Prothesenzahns

Die Wiederbefestigung oder Erneuerung eines Prothesenzahns war bei 6,3% der Prothesen erforderlich. Angaben zu dieser Maßnahme sind in der Literatur selten und weichen zudem stark voneinander ab. So ermittelten *Behr et al.* (2000) eine Rate von 2,6%, in der Studie von *Weber* (2005) waren es 11% der Teleskopprothesen. *Hofmann et al.* (2002) ermittelten einen dieser Studie sehr ähnlichen Wert von 7,5%. Insgesamt ist die Wiederbefestigung oder Erneuerung eines Prothesenzahns eine seltene Maßnahme. Sie kann vor allem bei Oberkieferfrontzähnen auf einen okklusalen Vorkontakt zurückzuführen sein. Eine mögliche Ursache ist auch eine nicht ausreichend eingebrachte Retentionsfläche in die Basis des Prothesenzahns seitens des Dentallabors.

Direkte Unterfütterung

Das Auftreten von direkten Unterfütterungen wurde bisher in keiner Studie erfasst. Die direkte Unterfütterung wurde vermutlich mit der indirekten zusammengefasst. Im Rahmen dieser Studie wurden diese beiden Maßnahmen getrennt betrachtet, da die direkte Unterfütterung – im Gegensatz zur indirekten – am Behandlungsstuhl vom Zahnarzt durchführbar ist und der Patient die Prothese direkt nach der Behandlung wieder mitnehmen kann. Es wurde an 6,1% aller Prothesen eine direkte Unterfütterung durchgeführt.

Friktionsverringering

An 5,9% aller in dieser Studie untersuchten Prothesen erfolgte mindestens einmal eine Friktionsverringering. Dies unterstreicht die in Kapitel 6.1.2 ermittelte Tatsache, dass in der Praxis nicht immer eine Spielpassung zwischen Primär- und Sekundärkrone vorliegt. Die Friktion kann durch gezieltes Ausschleifen an der Innenseite der Sekundärkrone verringert werden. Da eine zu hohe Friktion das Dezementieren einer Primärkrone oder die Fraktur eines Pfeilerzahns begünstigen könnte, sollte diese unbedingt vermieden werden.

6.2.4.2 Maßnahmen an den Pfeilerzähnen

Rezementieren

Das Rezementieren gelöster Primärkronen war in der vorliegenden Studie die häufigste Maßnahme an den Pfeilerzähnen. Sie wurde an 8,4% der Pfeiler mindestens einmal durchgeführt. Der Wert liegt im Bereich der Angaben in der Literatur. In 5% der Pfeilerzähne mussten bei *Gehring et al.* (2006) gelöste Primärkronen rezementiert werden. In einigen weiteren Studien wurde eine etwas höhere Rate von 10% -18% gefunden (Bergman et al. 1996, Nickenig und Kerschbaum 1995, Schwindling et al. 2014). Bezogen auf die Prothesenzahl fand in der vorliegenden Studie zu 18,4% mindestens eine Rezementierung statt. Für diesen Parameter variieren die in der Literatur angegebenen Werte von 10% (Hultén et al. 1993) bis 34,2% (Schwindling et al. 2014). Die maximale Anzahl von sieben Rezementierungen pro Pfeiler in dieser Studie entsprach der von *Schwindling et al.* (2014) beobachteten Anzahl. In einer Studie konnte ein geschlechtsspezifischer Unterschied erfasst werden, bei Männern zeigte sich eine größere Tendenz an Rezementierungen (Mock et al. 2005). Dies konnte in der vorliegenden Studie sowie in der von *Behr et al.* (2009) nicht bestätigt werden. Dass Rezementierungen in der ersten Zeit nach der Protheseneingliederung häufiger anfallen, beschreiben mehrere Studien (Eisenburger & Tschernitschek 1998, Nickenig & Kerschbaum 1995) und konnte auch in der vorliegenden Arbeit nachgewiesen werden. Dies kann zum einen darauf zurückzuführen sein, dass die Friktion zwischen Primär- und Sekundärkrone nach dem Einsetzen am größten ist und im Laufe der Tragedauer meist nachlässt (Stark & Stiefenhofer 1994).

Hier sei noch einmal darauf hingewiesen, dass, wie in Kapitel 6.1.2 bereits erläutert, Marburger Doppelkronen eine Spielpassung aufweisen sollten, in der Praxis jedoch aufgrund nicht korrekter technischer Ausführung trotzdem oft eine Friktion vorliegt. Zum anderen konnte im Laufe der Zeit ein besseres „Handling“ des Zahnersatzes seitens des Patienten beobachtet werden. Dadurch können Verkantungen, die das Lösen der Primärkrone vom Pfeiler fördern, beim Herausnehmen oder Einsetzen verhindert werden (Eisenburger & Tschernitschek 1998).

Als Ursache für den häufigen Haftverlust zwischen Primärkrone und Zahnhartsubstanz kommen mehrere Faktoren in Betracht. Neben der bereits genannten Friktion können auch Fehler während des Zementierens der Primärkronen auftreten (falsches Anmischen des Zements, falsches Aufsetzen auf den präparierten Stumpf, unzureichende Trockenlegung). Außerdem ist der Zementverbund zwischen Zahnhartsubstanz und der Primärkrone abhängig von der Größe und Form des Zahnstumpfes. Ist der Zahn zu klein oder zu konisch präpariert, so ist aufgrund der geringen Retentionsfläche eine Dezementierung wahrscheinlicher. Die Auswahl des Zements scheint dabei keinen derartig großen Einfluss auf den Erfolg zu haben wie dessen korrekte Handhabung (Friedl 2011).

Insgesamt ist die Rezementierung gelöster Primärkronen zwar eine relativ häufig auftretende Maßnahme bei Doppelkronen-Prothesen, jedoch ist diese schnell durch den Zahnarzt ohne Beteiligung eines Dentallabors durchführbar.

Reparatur gelöster Verblendungen

Die Verblendung stellt einen weiteren Schwachpunkt von Doppelkronen-Prothesen dar. In der vorliegenden Arbeit erfolgte an 9,3% der Pfeiler und 12,6% der Prothesen mindestens eine Verblendungsreparatur. Auch in anderen Studien zeigten die Verblendungen den höchsten Reparaturbedarf (Wagner & Kern 2000, Wöstmann et al. 2007) oder waren eine der am häufigsten durchgeführten Reparaturmaßnahmen (Behr et al. 2000, Gehring et al. 2006, Kurzrock 2016, Hofmann et al. 2002, Rehmann et al. 2004).

Ein erhöhtes Risiko für Verblendungsdefekte liegt unter anderem bei einer funktionellen Überbelastung vor.

Dies trifft besonders bei Patienten mit Parafunktionen zu. Auch eine natürliche Gegenbezahnung oder ein mit feststehendem Zahnersatz versorgter Gegenkiefer erhöht das Risiko für Abplatzungen an der Verblendung (Igarashi & Goto 1997). Außerdem kann eine elastische Verformung der Sekundärkrone und / oder die angewandte Verblendungstechnik für einen Defekt an der Verblendung verantwortlich sein (Behr et al. 2000, Igarashi & Goto 1997). Ebenfalls ist eine unsachgemäße Handhabung seitens des Patienten oder ein fehlerhafter Herstellungsprozess seitens des Labors als Ursache zu erwägen. Letzteres ist meist auf eine unzureichende mechanische Retention der Verblendung oder auf eine falsche Einschätzung des chemischen Metall-Kunststoffverbundes zurückzuführen.

Die Erneuerung einer Verblendung ist ein aufwendiger Prozess, welcher nicht am Behandlungsstuhl durchführbar ist. Die Reparatur erfolgt im Dentallabor, sodass die Patienten oftmals einen Tag auf ihre Prothese verzichten müssen und im Vergleich zu den meisten anderen Maßnahmen höhere Kosten anfallen.

Pfeilerfrakturen

In dieser Studie waren 6,3% der Pfeiler mindestens einmal frakturiert. Die Wahrscheinlichkeit für eine Pfeilerfraktur war in der retrospektiven Studie von *Dittmann und Rammelsberg* (2008) mit 4,4% ähnlich. Bei *Gehring et al.* (2006) trat in 4,3% der Pfeilerzähne eine Fraktur auf.

Im Gegensatz zu den anderen beschriebenen Maßnahmen kann die Fraktur eines Pfeilers, je nach Ausmaß, zu dessen Verlust (Dekapitierung und Versorgung mit einem Druckknopfanker oder Extraktion) führen. Nachfolgend werden daher Gründe für Pfeilerfrakturen ausführlich diskutiert.

Die Präparation von Doppelkronen erfordert einen hohen Substanzabtrag. Nichtsdestotrotz sollte darauf geachtet werden, den Zahnstumpf nicht durch eine exzessive Präparation zu stark zu schwächen, da dies eine spätere Fraktur des Pfeilers begünstigen kann. Ein weiterer Grund für die Pfeilerfraktur kann eine ausgeprägte Wurzelkaries sein. Diese sollte daher rechtzeitig diagnostiziert und durch eine konservierende Behandlung oder Neuanfertigung der Primärkrone therapiert werden.

Überbelastungen der Pfeilerzähne durch okklusale Vorkontakte sind zu vermeiden. Patienten mit Parafunktionen sollten zudem darüber aufgeklärt werden, die Prothese vor allem nachts als Schutz vor Überbelastung der Pfeiler inkorporiert zu lassen. Auch eine nicht ausreichend eingearbeitete Spielpassung zwischen Primär- und Sekundärkrone kann, wie bereits im Kapitel 6.2.4.1 beschrieben, durch Überbelastung beim Herausnehmen der Prothese zur Fraktur eines Pfeilers führen. Außerdem kann, wie ebenfalls im Kapitel 6.2.4.1 beschrieben, vor allem bei Freiendsituationen, eine nicht rechtzeitig unterfütterte Prothesenbasis aufgrund der Hebelwirkung eine Pfeilerfraktur begünstigen. Dabei spielt vor allem die Länge der klinischen Krone im Vergleich zur Wurzellänge eine große Rolle. Je länger die Krone, desto größer ist die Hebelwirkung. Aus diesen Überlegungen heraus kann abgeleitet werden, warum in der vorliegenden Studie Frakturen am häufigsten für Unterkiefereckzähne ermittelt wurden. Zum einen weisen diese eine besonders lange klinische Krone auf. Zum anderen dienen Eckzähne am häufigsten als die einzigen persistierenden Pfeiler und hatten somit oftmals alleine die Prothese zu stützen. Dies stellt eine Freiendsituation mit besonders großem Hebel dar. Vor allem im Unterkiefer können dabei aufgrund der kleineren Auflagefläche besonders starke Kippbewegungen auftreten.

Außerdem konnte in dieser Studie ein Zusammenhang zwischen der Frakturnrate und dem endodontischen Zustand der Pfeilerzähne nachgewiesen werden. Avitale Zähne frakturierten dabei signifikant häufiger als vitale. Wurzelkanalbehandelte Zähne waren auch in der Studie von *Gehring et al.* (2006) am häufigsten frakturiert. Unter den avitalen, stiftarmierten Zähnen lag die Frakturnrate bei 7,4% und unter den vitalen Pfeilern bei nur 3,5%. Bei *Dittmann und Rammelsberg* (2008) wurde jedoch kein Unterschied der Frakturnrate zwischen wurzelkanalbehandelten und vitalen Pfeilerzähnen festgestellt.

Die Gründe für die in dieser und anderen Studien ermittelte höhere Wahrscheinlichkeit einer Fraktur avitaler Zähne sind vielseitig. Die Annahme, dass endodontisch behandelte Zähne spröder als vitale Zähne sind, wurde bereits durch mehrere Studien widerlegt (Papa et al. 1994, Sedgley und Messer 1992). Der Substanzverlust durch die Trepanation des Zahnes ist vielmehr ein maßgeblicher Grund für die höhere Frakturnrate.

Außerdem werden Erkrankungen der Zähne (z. B. Karies) durch die fehlende Sensibilität avitaler Zähne erst viel später vom Patienten wahrgenommen. Das folglich spätere Aufsuchen eines Zahnarztes führt dazu, dass die Karies weiter voranschreitet und somit eher zu einer Fraktur des Zahnes führen kann als wenn sie früher behandelt worden wäre (Gehring et al. 2006). Bei Pfeilern mit starkem Destruktionsgrad kann vor allem auch das Nichtbeachten des „Ferrule Designs“, also das Fassreifenprinzip, bei dem ein mindestens 2 mm breiter Dentinsaum von der Krone umfasst wird, zu einer Fraktur führen. Auch während der Stiftinsertion entstandene Mikrorisse der Wurzel können den Zahn schwächen und zu einer Fraktur führen. Wegen der Risiken wird die Insertion eines Wurzelstifts nicht immer empfohlen (Naumann et al. 2006). Vielmehr bestimmt das Ausmaß der verbliebenen Zahnhartsubstanz das Vorgehen. Ein Wurzelstift wird bei stark geschwächten Zähnen mit keiner oder einer verbliebenen Kavitätenwand empfohlen (Peroz et al. 2005). Dabei konnte kein wesentlicher Unterschied zwischen den Überlebenszeiten der verschiedenen Stiftmaterialien festgestellt werden (Sterzenbach et al. 2013). Adhäsive Stumpfaufbaumaterialien weisen jedoch ein geringeres Wurzelfraktur- und Wurzelkanalperforationsrisiko auf und sollten daher eher eingesetzt werden als gegossene Stiftaufbauten (Winkler et al. 2011). Bezüglich der Stiftlänge sollte zum Apex ein Mindestabstand von 4-6mm eingehalten werden, da es andernfalls zu einer Schwächung des Zahns kommen kann (Peroz et al. 2005).

Druckknopfanker

In dieser Studie wurden für 4,4% der Pfeiler Umwandlungen in Druckknopfanker ermittelt. Wie bereits bei den Frakturen wurde diese Maßnahme am häufigsten bei Unterkiefereckzähnen und am seltensten bei Unterkiefermolaren durchgeführt. In der Literatur wurden wenige Angaben zu dieser Maßnahme gefunden. *Hultén et al.* (1993) gaben einen ähnlichen Wert von 5,3% an.

Die Dekapitierung eines Pfeilers und Versorgung des so gekürzten Zahnes mit einem Druckknopfanker sollte immer dann erfolgen, wenn eine Primärkrone nach Fraktur oder Karies des Zahnstumpfs aufgrund von zu geringer Restsubstanz nicht rezementiert oder neuangefertigt werden kann. Durch diese Behandlung kann die Extraktion des Pfeilers vermieden werden.

Vor allem bei Prothesen mit keinem weiteren Pfeilerzahn ist ein Druckknopfanker zudem die letzte Möglichkeit, wenn auch in geringem Maße, der Prothese weiterhin eine Halte- und Stützfunktion zu gewährleisten.

Trepanation

In 1,4% der Pfeilerzähne musste während der Funktionsperiode eine endodontische Behandlung durchgeführt werden. 4% der Pfeiler benötigten in der Studie von *Gehring et al.* (2006) eine endodontische Behandlung, bei *Wenz et al.* (2001) lag der Anteil bei 4%. *Nickenig* und *Kerschbaum* (1995) ermittelten eine Rate von 3,3% nach fünf Jahren und 6,9% nach acht Jahren. Im Rahmen einer Nachuntersuchung (*Kerschbaum & Voß* 1981) von primär eindeutig pulpavitalen Zähnen wurde die Rate von endodontischen Behandlungen an überkronten Zähnen ermittelt. Sie betrug nach 5 Jahren 8%. Der Grund für die in dieser Studie niedrigere Rate könnte sein, dass endodontische Behandlungen generell nicht in der prothetischen Abteilung, sondern in der Abteilung für Zahnerhaltung stattfinden und die Therapie nicht immer zusätzlich in der Akte der Prothetik dokumentiert wurde.

Bei der Trepanation durch die Primärkrone hindurch besteht eine hohe Pfeilerfrakturgefahr. Außerdem sind die Wurzelkanäle schwieriger aufzufinden, sodass ein größeres Risiko einer *Via falsa* vorliegt (*Szentpétery & Setz* 2016). Vor Beginn der prothetischen Neuversorgung sollte daher durch klinische und röntgenologische Diagnostik eine gründliche Abklärung apikaler Zustände der Pfeilerzähne erfolgen, um eine Trepanation nach der Eingliederung der Doppelkronen-Arbeit zu vermeiden. Außerdem sollte bei der Präparation der Pfeiler nur so viel Substanzabtrag wie nötig erfolgen und auf eine ausreichende Kühlung geachtet werden, um die Pulpa nicht zu traumatisieren.

Neuanfertigung einer Primärkrone

Neuanfertigungen von Primärkronen fielen in dieser Studie bei 1,2% der Pfeiler an. In der Literatur finden sich hierzu wenige Angaben, die vorhandenen Studien lieferten jedoch ähnliche Ergebnisse. *Weber* (2005) registrierte eine annähernd gleiche Rate an Neuanfertigungen von 1,4%. In der Arbeit von *Kurzrock* (2016) war diese mit 0,7% etwas niedriger. Weiterhin fanden *Nickenig und Kerschbaum* (1995) eine Rate von 0,9% nach fünf Jahren und 2,9% nach 8 Jahren.

Die Neuanfertigung einer Primärkrone ist somit eine eher seltene Maßnahme. Sie erfolgt dann, wenn entweder die alte Primärkrone beispielsweise aufgrund einer zu tiefen Kronenrandkaries entfernt werden muss oder der Patient nach einer Dezementierung die Krone verloren hat. Die Passform zu der Sekundärkrone ist bei einer nachträglich hergestellten Primärkrone niemals so gut wie die ursprüngliche. Der Prozess ist in finanzieller und technischer Hinsicht aufwendig und der Patient muss mehrere Tage auf seine Prothese verzichten. Wenn möglich, sollte die Neuanfertigung einer Primärkrone daher vermieden werden. Die Primärkrone sollte nur bei optimalem Randschluss definitiv zementiert werden, um eine spätere Kronenrandkaries zu vermeiden. Der Patient sollte außerdem über die Notwendigkeit der Aufbewahrung einer eventuell dezementierten Krone aufgeklärt werden.

6.3 Fazit für die Planung und Ausführung von Doppelkronen-Prothesen

Die in dieser Studie erhobenen Befunde weisen darauf hin, dass die Grundregeln der Planung und Durchführung von Doppelkronen-Prothesen nicht immer konsequent angewendet wurden.

Als Fazit für die Optimierung der prothetischen Versorgung der Patienten mit doppelkronenverankertem Zahnersatz sollen im Folgenden die wesentlichen Forderungen zur korrekten Vorbereitung, Durchführung und Nachsorge von herausnehmbarem Zahnersatz auch zur Qualitätssicherung in der Ausbildung deutlich gemacht werden.

- Beachtung biomechanischer Prinzipien:

Aus biomechanischen Gründen sollte besonderer Wert daraufgelegt werden, möglichst viele belastbare Pfeilerzähne in die Konstruktion einzubeziehen. Eine Optimierung der biomechanischen Verhältnisse mittels Pfeilervermehrung durch strategisch platzierte Implantate sollte, sofern aus finanziellen und medizinischen Gründen für den Patienten möglich, in Erwägung gezogen werden.

- Konsequente Vorbehandlung:

Im Rahmen der Vorbehandlung sollten parodontale und konservierende Behandlungsmaßnahmen durchgeführt werden. Bei der Überkronung devitaler Zähne sollte das Ferrule Design streng beachtet werden.

- Korrekte zahntechnische Ausführung

Bei Versorgungen nach dem Konzept der Marburger Doppelkrone sollte eine Spielpassung zwischen Primär- und Sekundärkrone eingestellt sein. Die Qualität der Ausführung variiert mit der Erfahrung des Dentallabors, passgenaue Sekundärkonstruktionen mit Spielpassung im Einstückgussverfahren korrekt herzustellen. Hier verspricht, wie bereits erste klinische Erfahrungen zeigen, die CAD/CAM-Technik eine deutliche Qualitätssteigerung der zahntechnischen Ausführung passgenauer Doppelkronen-Prothesen nach dem Marburger Konzept. Es sollte außerdem auf eine parodontalfreundliche Gestaltung der Prothesenbasis geachtet werden.

- Konsequentes Recall-System

Besonderes Augenmerk sollte im Rahmen der Nachsorgeuntersuchungen auf parodontale Erkrankungen und Kronenrand- oder Wurzelkaries der Pfeilerzähne gelegt werden. Auch eine Kongruenz des Prothesenlagers zur Prothesenbasis und eine stabile, störungsfreie Okklusion sind anzustreben und regelmäßig zu überprüfen. Im Rahmen der Nachsorgeuntersuchung sollten auch prophylaktische Maßnahmen erfolgen. Regelmäßige professionelle Zahnreinigungen sowie Mundhygieneinstruktionen sind insbesondere für ältere Patienten mit eingeschränkten manuellen und visuellen Fähigkeiten essenziell.

- Ursachenfahndung der Reparaturmaßnahmen

Sind Reparaturen an der Prothese und/oder den Pfeilerzähnen nötig, so sollte in die Patientenakte nicht nur die durchgeführte Maßnahme, sondern auch der mögliche Grund für deren Auftreten dokumentiert werden. Diese Informationen sollen der weiteren Optimierung der Patientenversorgung dienen.

7 Zusammenfassung

Die Versorgung mit Doppelkronen-Prothesen ist in Deutschland eine der häufigsten Therapievarianten des Lückengebisses. In der vorliegenden retrospektiven Studie wurde die Langzeitbewährung von auf Doppelkronen abgestützten Prothesen sowie ihrer Pfeilerzähne evaluiert. Parameter, welche die Langzeitprognose der Prothese und der Pfeilerzähne beeinflussen könnten, wurden auf ihre Signifikanz hin untersucht. Es wurden die Hypothesen aufgestellt, dass Anzahl und endodontischer Zustand der Pfeilerzähne die Überlebenszeit beeinflussen und dass das Geschlecht und Alter des Patienten sowie die Kieferlokalisation der Prothese keinen Einfluss ausüben. Außerdem wurden Art und Anzahl anfallender Reparatur- und Nachsorgemaßnahmen ausgewertet.

Die Studie basierte auf den Daten von 559 Patienten, welche mit 759 Doppelkronen-Prothesen entsprechend dem Marburger-Doppelkronen-Konzept auf 2145 Pfeilerzähnen versorgt wurden. Alle Prothesen wurden im Zeitraum von 1990-2016 in der Prothetischen Abteilung der Philipps-Universität Marburg in studentischen Behandlungskursen unter Aufsicht erfahrener Behandler eingegliedert. Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum lag bei 4,2 Jahren mit einem Minimum von einem Jahr und Maximum von 26 Jahren. Die Überlebenszeiten wurden anhand der Kaplan-Meier-Analyse und der multivariaten Cox-Regression ermittelt.

Während des Beobachtungszeitraums verloren 14,8% der Prothesen ihre Funktion und 7,5% der Pfeilerzähne wurden extrahiert. Die 5-Jahres-Überlebensrate der Doppelkronen-Prothesen betrug 88% und die der Pfeilerzähne 92%.

Den größten Einfluss auf das Überleben der Prothese und der Pfeilerzähne übte die Anzahl der Pfeilerzähne aus. Die Hypothese, dass die Überlebenszeit mit der Pfeileranzahl korreliert, kann somit angenommen werden. Die 5-Jahres-Überlebensrate der Prothese lag für einen Pfeiler bei 66%, bei zwei und drei Pfeilern stieg sie auf 88% und 92%. Prothesen mit 4 oder mehr Pfeilern zeigten nach fünf Jahren eine Überlebensrate von 97%. Für die Pfeilerzähne lag die 5-Jahres-Überlebensrate bei einem Pfeiler bei 85%. Zwei, drei und vier oder mehr Pfeiler zeigten ein Überleben von 88%, 89%, und 96% nach fünf Jahren.

Die Hypothese, dass das Alter und Geschlecht des Patienten sowie die Kieferlokalisation keinen Einfluss auf die Überlebenszeit ausübt, muss teilweise abgelehnt werden. Es zeigte sich in dieser Studie signifikant bessere Überlebenswerte für die Prothesen und Pfeilerzähne von jüngeren Patienten. Das Geschlecht des Patienten sowie die Kieferlokalisation korrelierten jedoch nicht mit der Überlebenszeit.

Endodontisch unbehandelte Pfeiler zeigten ein signifikant längeres Überleben als wurzelgefüllte und stiftarmierte Pfeilerzähne. Die Hypothese, dass der endodontische Zustand der Pfeilerzähne deren Überlebenszeit beeinflusst, kann somit bestätigt werden

75,0% der Prothesen und 23,3% der Pfeiler benötigten mindestens eine Reparatur- bzw. Nachsorgemaßnahme während der Funktionsperiode. Es wurde eine hohe Anzahl an Maßnahmen ermittelt, welche jedoch größtenteils schnell und kostengünstig durchzuführen waren. Die häufigsten Maßnahmen an der Prothese waren Druckstellenentfernungen gefolgt von okklusalen Korrekturen und indirekten Unterfütterungen. An den Pfeilerzähnen war die Rezementierung gelöster Primärkronen die häufigste Maßnahme. Ihr folgten die Verblendungsreparatur und Versorgung frakturierter Pfeilerzähne.

Die in dieser Studie ermittelten gute Langzeitergebnisse für Doppelkronen-Prothesen stimmen größtenteils mit den Ergebnissen in der Literatur überein. Insgesamt betrachtet ist die Primärversorgung im Vergleich zu Modellgussprothesen zwar aufwendiger und teurer, korrekt ausgeführt sind Doppelkronen-Prothesen in der Nachsorge und bei weiterem Verlust von Pfeilerzähnen jedoch günstiger als andere prothetische Versorgungen. Vor allem in Bezug auf die Erweiterbarkeit stellen auf Doppelkronen verankerte Prothesen insgesamt betrachtet eine sinnvolle Versorgungsart für teilbezahnte Patienten dar.

8 Summary

Double crown-retained removable dentures are one of the most common treatment options for partially edentulous patients in Germany. The aim of this retrospective study was to evaluate the survival rates of double crown-retained dentures and the corresponding abutment teeth. The aspects examined included parameters influencing survival of double crown-retained dentures and abutment teeth. It was hypothesized that number and endodontical state of the abutment teeth have a significant influence on survival probability and that patient's gender and age as well as jaw location of the denture do not have an impact. Furthermore, type and number of follow-up treatment measures were assessed. The data of 559 patients who had been treated with 759 double crown-retained dentures on 2145 abutment teeth based on the Marburg double crown system was analysed. All dentures were inserted between 1990 and 2016 in clinical student courses under strict supervision of experienced dentists in the Department of Prosthodontics at the University of Marburg. The mean observation period was 4.2 years and ranged from 1-26 years. Survival analysis was performed using the Kaplan-Meier method and multivariate Cox-Regression. During the observation period 14.8% of the double crown-retained dentures lost their function and 7.5% of the abutment teeth were extracted. The corresponding 5-year survival rates were 88% for dentures and 92% for abutment teeth, respectively.

The hypothesis that the survival rates correlate with the number of abutment teeth per denture can be accepted. Significantly better survival probability was observed for a higher number of abutment teeth. The 5-year survival rates for double crown retained dentures were 66%, 88%, 92% and 97% for dentures with one, two, three and four or more abutment teeth, respectively. For abutment teeth the 5-year survival rate was 85% for one abutment with two, three and four or more abutments having survival rates of 88%, 89% and 96% after five years.

The hypothesis that the patient's age and gender as well as the jaw location of the denture do not affect the long-term success has to be partially rejected.

Survival rates for dentures and abutment teeth were found to be significantly higher in younger patients. However, gender and jaw location of the denture did not correlate with survival rate.

Vital abutment teeth showed significantly higher success rates compared to endodontically treated abutment teeth. Therefore, the hypothesis that the endodontic state of the abutment teeth impacts their survival time can be accepted.

Double crown-retained dentures required a large amount of follow-up measures with 75.0% of the dentures and 23.3% of the abutment teeth needing at least one follow-up treatment measure during the period of function. Most follow-up treatment measures were comparatively simple and therefore, quick and cost-effective. The most common follow-up treatment measures for dentures were removal of pressure spots, occlusal corrections and relining. For abutment teeth recementation of primary crowns was the most common measure, followed by repair of facings and treatment of fractured abutment teeth.

The findings of this study show that oral rehabilitation with double crown-retained removable dentures is a viable longterm treatment option for partially edentulous patients. The survival rates found in this study were mostly comparable to those reported in the literature. Initial treatment with double crowns is more complex and expensive than treatment with clasp-retained removable partial dentures however, costs and effort for follow-up treatments and after loss of abutment teeth are considerably lower for double crown-retained removable dentures.

9 Literaturverzeichnis

- Bates JF, Adams D, Stafford GD: Zahnärztliche Behandlung älterer Patienten. Quintessenz, Berlin. 1986.
- Behr M, Hofmann E, Rosentritt M, Lang R, Handel G: Technical failure rates of double crown-retained removable partial dentures. Clin Oral Invest. 2000;4:87-90.
- Behr M, Kolbeck C, Lang R, Hahnel S, Dirschl L, Handel G: Clinical performance of cements as luting agents for telescopic double crown-retained removable partial and complete overdentures. Int J Prosthodont. 2009;22(5):479-487.
- Bergman B, Ericson A, Molin M: Long-term clinical results after treatment with conical crown-retained dentures. Int J Prosthodont. 1996;9(6):533-538.
- Böttger H: Das Teleskopsystem in der zahnärztlichen Prothetik. Barth, Leipzig. 1961.
- Böttger, H: Die prothetische Versorgung des Lückengebisses mit Teleskopprothesen. Zahnärztl Rdsch. 1953;62:512-518.
- Coca I, Lotzmann U, Pöggeler R: Long-term experience with telescopically retained overdentures (double crown technique). Eur J Prosthodont Rest Dent. 2000;8(1):33-37.
- Cox DR: Regression models and life-tables. Journal of the Royal Statistical Society (Series B).1972;34:187-220.
- Dittmann B, Rammelsberg P: Survival of abutment teeth used for telescopic abutment retainers in removable partial dentures. Int J Prosthodont. 2008;21:319-321.
- Eisenburger M, Gray G, Tschernitschek H: Long term results of telescopic crown retained dentures - a retrospective study. Eur J Prosthodont Rest Dent. 2000;8(3):87-91.
- Eisenburger M, Tschernitschek H: Klinisch-technischer Vergleich zu Langzeiterfolgen von klammerverankertem Zahnersatz und Teleskop-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z. 1998;53(4):257-259.

- Ericson A, Nilsson B, Bergman B: Clinical results in patients provided with conical crown retained dentures. *Int J Prosth.* 1990;6(3):513-521.
- Ferger P: Die Problematik der Teilprothese. *ZWR.* 1982;91(11):58-61.
- Ferger P: Hygienische Gestaltung von Zahnersatz. *ZWR.* 1986;95(4):408-413.
- Friedl K: Befestigungszemente - adhäsiv versus konventionell. *Dentalmagazin.* 2011;29:314-315.
- Gehring K, Axmann D, Benzing U, Shargi F, Weber H: Komplikationen bei Teleskop-Prothesen auf vitalen und avitalen, stiftarmierten Pfeilerzähnen - erste Ergebnisse einer 3-Jahresstudie. *Dtsch Zahnärztl Z.* 2006;61(2):76-79.
- Gernet W: Der Eckzahn als Pfeiler - grundsätzliche Überlegungen. *Dtsch Zahnärztl Z* 1985;20:1094-1097.
- Gernet W, Adam P, Reither W: Nachuntersuchung von Teilprothesen mit Konuskronen nach K. H. Körber. *Dtsch Zahnärztl Z* 1983;38:998-1001.
- Glockmann E, Panzner KD, Huhn P, Sigusch BW, Glockmann K: Ursachen des Zahnverlustes in Deutschland. Institut der Deutschen Zahnärzte, Köln. 2007.
- Griess M, Reilmann B, Chanavaz M: Telescopic retained overdentures in mentally handicapped and schizophrenic patients - a retrospective Study. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1998;6(3):91-95.
- Hannigan A, Lynch CD: Statistical methodology in oral and dental research: pitfalls and recommendations. *J Dent.* 2013;41:385-392.
- Häupl K: Moderne zahnärztliche Kronen- und Brückenarbeiten. Hermann Meuser, Berlin. 1929.
- Heners M, Walther W: Klinische Bewährung der Konuskrone als perioprothetisches Konstruktionselement. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1988a;43:525-529.
- Heners M, Walther W: Pfeilerverteilung und starre Verblockung - eine klinische Langzeitstudie. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1988b;43:1122-1126.

- Heners M, Walther W: Die Prognose von Pfeilerzähnen bei stark reduziertem Restzahnbestand. Dtsch Zahnärztl Z. 1990;5(9):579-581.
- Hofmann E, Behr M, Handel G: Frequency and costs of technical failures of clasp- and double crown-retained removable partial dentures. Clin Oral Investig. 2002;6(2):104-108.
- Hofmann M: Die Versorgung von Gebissen mit einzelnstehenden Restzähnen mittels sog. Cover-Denture-Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z. 1996;21(3):478-482.
- Hofmann M, Ludwig P: Die teleskopierende Totalprothese im stark reduzierten Lückengebiss. Dtsch Zahnärztl Z. 1973;28:2-17.
- Hultén J, Tillström BO, Nilner K: Long term clinical evaluation of conical crown retained dentures. Swed Dent J. 1993;17(6):225-234.
- Igarashi Y, Goto T: Ten-year follow-up study of conical crown-retained dentures. Int J Prosthodont. 1997;10(2):149-155.
- John MT, Slade GD, Szentpétery A, Setz JM: oral health-related quality of life in patients treated with fixed, removable, and complete dentures 1 Month and 6 to 12 months after treatment. Int J Prosthodont. 2004;17(5):503-511.
- Kaplan EL, Meier P: Nonparametric estimation from incomplete observations. J Am Stat Assoc. 1958;53:457-481.
- Kantorowicz A: Die gestützte Prothese. Zahnärztl Rdsch. 1931;40:442-454.
- Kantorowicz A: Zur Statik der partiellen Prothese. Dtsch Zahnärztl Z. 1949;4:141-162.
- Kerschbaum T: Langzeitüberlebensdauer von Zahnersatz. Quintessence. 2004;55:1113-1126.
- Kerschbaum T, Voß R.: Die praktische Bewährung von Krone und Inlay. Dtsch Zahnärztl Z. 1981;36:243-249.
- Koç D, Doğan A, Bek B: Effect of gender, facial dimensions, body mass index and type of functional occlusion on bite force. Journal of Applied Oral Science. 2011;19:274-279.

- Körber E, Hofmann M: Klinische Erfahrungen mit abnehmbaren Brücken. Dtsch Zahnärztebl. 1961;15(1):429-435.
- Körber KH: Konuskronen - ein physikalisch definiertes Teleskopsystem. Dtsch Zahnärztl Z. 1968;23(6):619-630.
- Kothe A, Balkenhol M, Wickop H, Wöstmann B, Ferger P: Orale Gesundheit und Lebensqualität vor und nach prothetischer Versorgung. Dtsch Zahnärztl Z. 2003;58(10):603-605.
- Kurzrock L: Überlebenslangzeitanalysen teleskopverankerter Teilprothesen unter besonderer Berücksichtigung der verwendeten Metallegierung. Med Diss, Gießen, 2016.
- Lehmann KM, Gente M: Doppelkronen als Verankerung für herausnehmbaren Zahnersatz. Deutscher Zahnärzte Kalender. 1988;106-121.
- Lehmann KM, Gente M, Wenz HJ: Konzept zur Versorgung des Lückengebisses mit „doppelkronenverankerten“ Teilprothesen. Zahnärztl Welt. 1996;105:257-260 (Teil 1) u. 325-328 (Teil 2).
- Lehmann KM, Gente M, Wenz HJ, Hertrampf K: Berichte zur Marburger Doppelkrone. Marburg. 2011.
- Makowski A: Die häufigsten Reparaturen bei teleskopverankerten Prothesen. Med Diss, Würzburg, 2010.
- Mengel R, Peleska B: A double-crown concept for restorations in patients with generalized aggressive periodontitis: two case reports with 22- and 25-year follow-ups. Int J Periodontics Restorative Dent. 2019;203-2011.
- Michaelis W, Reich E: Dritte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS III). Deutscher Ärzte-Verlag, Köln. 1999.
- Michaelis W, Schiffner U: Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln. 2005.
- Mock FR, Schrenker, H Stark H: Eine klinische Langzeitstudie zur Bewährung von Teleskopprothesen. Dtsch Zahnärztl Z. 2005;60(3):148-153.
- Molin M, Bergman B, Ericson A: A clinical evaluation of conical crown retained dentures. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1993;70(3):251-256.

- Müller, N: Reaktionen des Prothesenlagergewebes – Teil 2: Teilprothesen. Dtsch Zahnärztl Z. 1992;47(10):665-673.
- Naumann M, Kiessling S, Seemann R: Treatment concepts for restoration of endodontically treated teeth: a nationwide survey dentists in Germany. J Prosthet Dent. 2006;96(5):332-338.
- Nickenig A, Kerschbaum Th: Langzeitbewährung von Teleskop – Prothesen. Dtsch Zahnärztl Z. 1995;50(10):753-755.
- Palinkas M, Nassar MS, Cecílio FA, Siéssere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP et al.: Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. Arch Oral Biol. 2010;55(10):797-802.
- Papa J, Cain C, Messer HH: Moisture content of vital vs endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol. 1994;10(2):91-93.
- Peroz I, Blankenstein F, Lange KP, Naumann M: Restoring endodontically treated teeth with posts and cores--a review. Quintessence Int. 2005;36(9):737-746.
- Rainer Jordan A, Michaelis W: Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln 2016.
- Rehmann P: Klinische Bewährung definitiver Zahnersatzarten – Outcomeforschung. VVB Lauferweiler Verlag, Gießen. 2015.
- Rehmann P, Schmitt-Plank C, Balkenhol M, Wöstmann B, Ferger P: Klinische Bewährung von Teleskop-Prothesen mit ausschließlicher Verankerung auf den Unterkieferzähnen. Dtsch Zahnärztl Z. 2004;59(10):581-584.
- Rehmann P, Weber A, Wöstmann B, Ferger P: Clinical evaluation of teeth fitted with telescope crowns for retaining a partial denture. Dtsch Zahnärztl Z 2007;62:99-103.
- Ressing M, Blettner M, Klug SJ: Data analysis of epidemiological studies: part 11 of a series on evaluation of scientific publications. Dtsch Arztebl Int. 2010;107(11):187-192.
- Rinke S, Schneider L, Schulz X, Wiedemann V, Bürgers R, Rödiger M: Overdentures borne on less than four abutments with telescopic crowns:

- 5-year results of a retrospective clinical study. Clin Oral Investig. 2019;23(8):3153-3160.
- Schwindling FS, Dittmann B, Rammelsberg P: Double-crown-retained removable dental prostheses: a retrospective study of survival and complications. J Prosthet Dent. 2014;112:488-493.
- Sedgley CM, Messer HH: Are endodontically treated teeth more brittle?. J Endod. 1992;18(7):332-335.
- Stark H, Schrenker H: Bewährung teleskopverankerter Prothesen – eine klinische Langzeitstudie. Dtsch Zahnärztl Z. 1998;53(3):183-186.
- Stark H, Stiefenhofer A: Untersuchungen zum Verschleißverhalten von Aktivierungselementen für Teleskopkronen. Dtsch Zahnärztl Z. 1994;49(9):707-710.
- Stark H, Wolowski A, Ehmke B: Wissenschaftliche Mitteilung der deutschen Gesellschaft für Prothetische Zahnmedizin und Biomaterialien (DGPro): Nachsorgestrategien für Zahnersatz. Dtsch Zahnärztl Z. 2011;66(4):306-311.
- Starr R: Removable bridge-work-porcelain cap crowns. Dent Cosmos. 1886;28:17-19.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder: Demografischer Wandel in Deutschland, Wiesbaden. 2011;1.
- Steffel V: Planning removable partial dentures. J Prosthet Dent. 1962;12:524-535.
- Sterzenbach C, Franke A, Naumann M: Randomisierte kontrollierte Studie zum Einfluss des Stiftmaterials auf die Überlebensraten postendodontischer Rekonstruktionen. Dtsch Zahnärztl Z. 2013;68(6):337-346.
- Stober T, Bermejo JL, Beck-Mussoter J, Séché AC, Lehmann F, Koob J et al.: Clinical Performance of Conical and Electroplated Telescopic Double Crown-Retained Partial Dentures: A Randomized Clinical Study. Int J Prosthodont. 2012;25:209-216.
- Strobel M: Druckstellen. Dtsch Stomat. 1968;18:586-588.

- Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz JM: Mobilität von Friktionsteleskoppfeilern im stark reduzierten Restgebiss – 3-Jahresergebnisse einer klinischen Studie. Dtsch Zahnärztl Z. 2010;65:654-664.
- Szentpétery V, Lautenschläger C, Setz J: Frictional telescopic crowns in severely reduced dentitions: a 5-year clinical outcome study. Int J Prosthodont. 2012;25:217-220.
- Szentpétery V, Setz J: Das stark reduzierte Restgebiss - Versorgung mit Teleskopprothetik. Quintessenz, Berlin. 2016.
- Wagner B, Kern M: Clinical evaluation of removable partial dentures 10 years after insertion: success rate, hygienic problems, and technical failures. 2000;4:74-80.
- Walther W, Heners M, Surkau P: Initialbefund und Tragedauer der transversalbügellosen, gewebeintegrierten Konus-Konstruktion. Dtsch Zahnärztl Z. 2000;55(11):780-784.
- Weber A: Überlebenszeitanalysen von teleskopverankerten Teilprothesen unter besonderer Berücksichtigung der Folgekosten. Med Diss, Gießen, 2005.
- Wenz HJ, Hertrampf K, Gente M, Lehmann KM: Langzeitverweildauer von Doppelkronen mit Spielpassung. Dtsch Zahnärztl Z. 1999;54(10):655-657.
- Wenz HJ, Hertrampf K, Lehmann KM: Clinical longevity of removable partial dentures retained by telescopic crowns: Outcome of the double crown with clearance fit. Int J Prosthodont. 2001;14:207-213.
- Wenz HJ, Lehmann K: A telescopic crown concept for the restoration of the partially edentulous arch: the Marburg double crown system. Int J Prosthodont. 1998;11(6):541-550.
- Widbom T, Löfquist L, Widbom C, Söderfeldt B, Kronström M: Tooth-supported telescopic crown-retained dentures: an up to 9-year retrospective clinical follow-up study. Int J Prosthodont. 2004;17(1):29-34.
- Wiegand K: Technische Herausforderungen bei der Herstellung von Marburger Doppelkronen. Persönliches Interview mit der Leiterin des Dentallabors, Marburg. 2018.

- Winkler G, Balkenhol M, Wöstmann B: Klinische Untersuchung eines adhäsiven Stumpfaufbaumaterials im Vergleich zu gegossenen Stiftaufbauten. Dtsch Zahnärztl Z. 2011;66(9):654-659.
- Wöstmann B, Balkenhol M, Weber A, Ferger P, Rehmann P: Long-term analysis of telescopic crown retained removable partial dentures: survival and need for maintenance. J Dent. 2007;35(12):939-945.
- Wöstmann B: Zahnersatz und Gesundheit bei Senioren. ZM. 2003;9:1100-1102.
- Wöstmann B, Podhorsky A, Rehmann P: Abnehmbarer Zahnersatz im 21. Jahrhundert. Dtsch Zahnärztl Z. 2013;68(10):616-626.
- Zwiener I, Blettner M, Hommel G: Überlebenszeitanalyse - Teil 15 der Serie zur Bewertung wissenschaftlicher Publikationen. Dtsch Arztebl Int. 2011;108(10):163-169.

10 Anhang

10.1 Tabellen des Anhangs

Tabelle 1: Überlebenswerte der Prothesen (ÜZ = Überlebenszeit; KI = Konfidenzintervall; SD = Standardabweichung; n. e. = nicht erreicht; n. u. = nicht unterschritten; * = Angaben in Jahren)

	Anzahl gesamt	Anzahl entfernt	Anzahl zensiert	Prozent zensiert	Mittlere ÜZ *	95% KI		SD *	Signifikanz	Überlebens -wahrscheinlichkeiten			
						Unten	Oben		Log-Rank	5 Jahre	10 Jahre	90%*	50%*
Gesamtsumme	759	113	646	85%	12,9	12	14	0,7		88%	64%	4,8	12,2
Altersklassen													
Unter 50	71	14	57	80%	12,5	10,5	14,4	1,0	p = 0,015	97%	65%	7,3	12,3
50-59	176	19	157	89%	16,6	13,7	19,6	1,6		93%	76%	6,5	19,4
60-69	274	52	222	81%	11,2	10,2	12,3	0,5		88%	57%	4,7	11,0
70-79	191	23	168	88%	9,5	8,6	10,5	0,5		82%	64%	3,4	9,2
Über 80	47	5	42	89%	7,9	6,7	9,1	0,6		81%	n. e.	1,3	n. u.
Pfeileranzahl													
1	120	31	89	74%	7,8	6,6	8,9	0,6	p < 0,001	66%	41%	1,9	7,3
2	252	37	215	85%	12,1	10,4	13,8	0,8		88%	58%	4,9	12,5
3	208	29	179	86%	14,0	11,7	16,3	1,1		92%	71%	5,9	12,4
≥4	179	16	179	91%	13,4	11,6	15,3	0,9		97%	78%	8	13,8
Geschlecht													
männlich	379	56	323	85%	12,5	10,6	14,3	0,92	p = 0,164	86%	61%	4,2	11,6
weiblich	380	57	323	85%	13,5	11,5	15,5	0,92		90%	65%	5,3	12,5
Kiefer -lokalisation													
Oberkiefer	405	59	346	85%	13,8	11,7	16,0	1,00	p = 0,746	90%	66%	4,8	12,4
Unterkiefer	354	54	300	85%	12,9	11,3	14,6	0,83		86%	63%	3,6	12,2

Tabelle 2: Überlebenswerte der Pfeiler differenziert nach den ausgewerteten Parametern (OK = Oberkiefer; UK = Unterkiefer; ÜZ = Überlebenszeit; KI = Konfidenzintervall; * = Angaben in Jahren)

Teil I

	Anzahl gesamt	Anzahl entfernt	Anzahl zensiert	Prozent zensiert	Mittlere ÜZ *	95% KI *	
						Unten	Oben
Gesamtsumme	2145	161	646	85%	20,1	18,8	21,4
Altersklassen							
Unter 50	198	21	177	89%	14,8	13,6	16,1
50-59	520	36	484	93%	20,4	18,5	22,5
60-69	768	66	702	91%	14,1	13,5	14,8
70-79	537	26	511	95%	10,8	10,3	11,3
Über 80	122	12	110	90%	7,4	6,4	8,3
Pfeileranzahl							
1	120	12	108	90%	9,9	8,8	11,0
2	503	53	450	90%	14,6	13,2	15,9
3	624	57	567	91%	19,1	17,3	20,9
≥4	898	39	859	96%	17,4	16,7	18,1
Geschlecht							
männlich	1029	74	955	93%	17,8	16,1	19,4
weiblich	1116	87	1029	92%	21,1	20,0	22,2
Kiefer- lokalisation							
Oberkiefer	1290	98	1192	92%	20,4	19,2	21,7
Unterkiefer	855	63	792	93%	18,9	17,8	20,1
Zahngruppe							
Eckzahn OK	441	33	408	93%	16,0	14,8	17,1
Eckzahn UK	407	24	383	94%	20,1	18,8	21,4
Frontzahn OK	397	28	369	93%	16,3	15,2	17,5
Frontzahn UK	60	3	57	95%	15,9	14,7	17,0
Molar OK	159	14	145	91%	13,0	11,4	14,6
Molar UK	51	3	48	94%	16,0	13,7	18,3
Prämolar OK	297	23	274	92%	19,6	16,7	22,6
Prämolar UK	333	33	300	90%	17,1	15,2	18,9
Vitalität							
nicht bekannt	556	51	505	91%	17,1	15,6	18,6
Stift	168	22	146	87%	16,5	12,6	20,4
vital	1238	74	1164	94%	19,7	18,7	20,6
wurzelgefüllt	183	14	169	92%	10,9	10,1	11,7

Teil II (n. u. = nicht unterschritten)

	Standard-	Signifikanz	Überlebenswahrscheinlichkeiten			
	Abweichung*	Log-Rank	5 Jahre	10 Jahre	90%	50%
Gesamtsumme	0,7		92%	80%	5,9	n. u.
Altersklassen						
Unter 50	0,6	p = 0,003	93%	72%	5,3	n. u.
50-59	0,4		92%	82%	6,8	n. u.
60-69	0,3		91%	80%	6,1	n. u.
70-79	0,5		93%	77%	6,4	n. u.
Über 80	1,2		73%	63%	2,4	n. u.
Pfeileranzahl						
1	0,6	p < 0,001	85%	68%	3,0	n. u.
2	0,7		88%	72%	4,5	n. u.
3	0,9		89%	77%	4,8	22,8
≥4	0,3		96%	87%	8,8	n. u.
Geschlecht						
männlich	0,8	p = 0,228	90%	79%	5,0	22,8
weiblich	0,5		93%	80%	6,1	n. u.
Kiefer-lokalisierung						
Oberkiefer	0,9	p = 0,844	92%	81%	5,9	n. u.
Unterkiefer	0,5		91%	77%	5,9	22,8
Zahngruppe						
Eckzahn OK	0,6	p = 0,562	92%	81%	5,8	n. u.
Eckzahn UK	0,7		92%	82%	6,1	n. u.
Frontzahn OK	0,6		93%	84%	6,8	n. u.
Frontzahn UK	0,7		93%	93%	17,1	n. u.
Molar OK	1,2		89%	72%	4,8	n. u.
Molar UK	1,3		93%	82%	4,1	n. u.
Prämolar OK	0,8		92%	77%	5,4	n. u.
Prämolar UK	0,9		90%	70%	5,0	22,8
Vitalität						
nicht bekannt	0,8	p < 0,001	88%	65%	4,8	n. u.
Stift	1,3		86%	72%	4,0	n. u.
vital	0,5		94%	86%	7,3	n. u.
wurzelgefüllt	1,1		90%	77%	4,2	n. u.

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Parallelwandige Teleskopkrone.....	3
Abbildung 2.2: Konuskrone.	4
Abbildung 2.3: Doppelkrone mit Spielpassung.	4
Abbildung 2.4: Doppelkrone mit Resilienzspielraum	5
Abbildung 2.5: Eingegliederte Marburger-Doppelkronenarbeit im Oberkiefer	7
Abbildung 5.1: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Zeitraum der Eingliederung (n = 759)	28
Abbildung 5.2: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Patientenalter (n = 759).....	29
Abbildung 5.3: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Pfeileranzahl (n = 759).....	30
Abbildung 5.4: Anzahl eingegliedelter Prothesen aufgeteilt nach Pfeileranzahl und Kieferlokalisation (n = 759).....	31
Abbildung 5.5: Pfeilerzähne aufgeteilt nach Zahngruppen (n = 759).....	31
Abbildung 5.6: Pfeilerzähne eingeteilt nach endodontischem Zustand (n = 2145)	32
Abbildung 5.7: Kaplan-Meier-Kurve der Prothesen insgesamt; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)	34
Abbildung 5.8: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Altersklassen; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)	36
Abbildung 5.9: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Pfeileranzahl; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759)	38
Abbildung 5.10: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Geschlecht der Patienten; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759). ..	39
Abbildung 5.11: Kaplan-Meier-Kurven der Prothesen differenziert nach Kieferlokalisation der Prothese; Zielereignis: Ende der Funktionsperiode (n = 759).....	40

Abbildung 5.12: Kaplan-Meier-Kurve der Pfeiler insgesamt; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)	41
Abbildung 5.13: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Altersklassen; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145).....	43
Abbildung 5.14: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Anzahl der Pfeiler; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145).....	45
Abbildung 5.15: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach Geschlecht; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)	46
Abbildung 5.16: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeilerzähne differenziert nach Kieferlokalisation; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)	47
Abbildung 5.17 Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach topografischen Zahngruppen; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)	48
Abbildung 5.18: Kaplan-Meier-Kurven der Pfeiler differenziert nach endodontischem Zustand; Zielereignis: Extraktion des Pfeilers (n = 2145)	50
Abbildung 5.19: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese insgesamt (n = 1942).....	53
Abbildung 5.20: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese im ersten Monat (n = 696)	54
Abbildung 5.21: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an der Prothese nach dem ersten Monat (n = 1246)	55
Abbildung 5.22: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen differenziert nach Zeitpunkt (n = 1942)	56
Abbildung 5.23: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen insgesamt (n = 700).....	58
Abbildung 5.24: Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen während des ersten Monats (n = 70)	59
Abbildung 5.25: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen an den Pfeilerzähnen nach dem ersten Monat (n = 630)	60

Abbildung 5.26: Art und Anzahl der Reparaturmaßnahmen differenziert nach Zeitpunkt (n = 700)	60
--	----

10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 5.1: Anzahl der Prothesen differenziert nach ihrer Beobachtungsdauer	32
Tabelle 5.2: Mittlere Überlebenszeiten der Prothesen differenziert nach Patientenalter	35
Tabelle 5.3: Mittlere Überlebenszeit der Prothesen differenziert nach Pfeileranzahl.....	37
Tabelle 5.4: Mittlere Überlebenszeit der Pfeiler differenziert nach Patientenalter	42
Tabelle 5.5: Mittlere Überlebenszeit der Pfeiler differenziert nach Pfeileranzahl	44
Tabelle 5.6: Mittlere Überlebenszeit der Pfeiler differenziert nach endodontischem Zustand	49
Tabelle 5.7: Ergebnisse der Cox-Regression für die Prothesen.....	51
Tabelle 5.8 Ergebnisse der Cox-Regression für die Pfeiler.....	52

10.4 Verzeichnis der akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrenden waren in Marburg die Damen und Herren:

Arweiler, Auschill, Bette, Braun, Burchert, Feuser, Fischer, Frankenberger, Gente, Gloerfeld, Grosse, Höffken, Jablonski-Momeni, Korbmacher-Steiner, Kretschmer, Lill, Lotzmann, Mengel, Milani, Mittag, Mutters, Neff, Neumüller, Nonnenmacher, Pieper, Roeßler, Steiniger, Teymoortash, Waldmann, Weber, Winter, Wrocklage

10.5 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich beim Erstellen dieser Arbeit unterstützt haben.

Mein erster Dank gilt meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Ulrich Lotzmann für die Überlassung des Promotionsthemas, die überaus freundliche Betreuung und das Vertrauen in meine Fähigkeiten. Außerdem gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Reiner Mengel für die stetige Unterstützung von der Planung bis hin zur Fertigstellung der Dissertation.

Für die Hilfe bei der statistischen Auswertung der umfangreichen Daten möchte ich Herrn Martin Mogk danken.

Bedanken möchte ich mich außerdem bei meinem Chef und dem gesamten Team der Zahnarztpraxis Schwed. Die flexible Zeiteinteilung auf der Arbeit hat es mir erheblich erleichtert, die vorliegende Arbeit fertigzustellen.

Auch meinen lieben Freunden bin ich überaus zu Dank verpflichtet. Nicht nur zur Promotionszeit standen sie immer an meiner Seite, auch die Hürden des Studiums wären ohne unsere gegenseitige Motivation und Unterstützung nur schwer überwindbar gewesen. Ein besonderer Dank gilt meiner langjährigen Freundin und Behandlungspartnerin Dominique Gardin für die aufmerksame Korrektur der Arbeit. Auch bei Prof. Dr. Dr. Berthold Jeßberger und Dr. Mina Aryobsei möchte ich mich für die Korrekturarbeiten herzlich bedanken.

Insbesondere gilt mein Dank meiner Familie. Meinen Geschwistern bin ich sehr dafür dankbar, dass sie mit gutem Beispiel vorangingen und mich stets motiviert haben, den Weg der Promotion einzuschlagen. Mein größter Dank gilt meinen Eltern für die bedingungslose Unterstützung in allen Lebenslagen. Ich widme ihnen diese Arbeit.